

Regina Célia Zimmermann da Fonseca

**O PVC e a sustentabilidade ambiental:
marcos históricos e o caso Amanco Brasil.**

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da
Universidade Federal de Santa Catarina,
como requisito parcial para obtenção do título
de mestre em Engenharia Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Fernando Soares Pinto Sant'Anna

**Florianópolis
2004**

Aos meus amados filhos,
Isabella e Luiz Alexandre,
na esperança de um mundo melhor.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter-me dado saúde, proteção, persistência e capacidade;

ao meu marido Alexandre pelo amor, paciência e confiança;

aos meus pais, Rosilda e Renato pela educação, maior presente, pelo continuado apoio e incentivo nesta última etapa e pelo carinho e atenção dados aos meus filhos;

as minhas queridas irmãs, Claudia, o porto seguro e alegre em Florianópolis; Fabiane sempre presente e amiga nos momentos difíceis;

ao amigo e orientador Prof. Dr. Fernando Sant'Anna, pela confiança, paciência e grande competência na orientação desta dissertação;

aos Prof.^{es} Drs. Ariovaldo Bolzan e Henry Corseiul membros da banca examinadora, pela atenção e contribuição prestadas;

ao meu gerente na Amanco Brasil, Célio Michels, pela confiança, oportunidade, amizade, incentivo e ajuda que, além de tornar possível a realização do curso de mestrado, contemporizou as lacunas deixadas por minhas ausências;

ao diretor industrial da Amanco Brasil, Claudio Theilacker, que teve a inteligência e sensibilidade necessárias à busca de capacitação na área ambiental, por acreditar em meu potencial e me confiar esta missão;

aos demais diretores da Amanco Brasil, Paulo Schmalz, André Fauth, Pierre Roulet e Ronald Degen, por também confiarem em meu trabalho dando-me permissão para realizá-lo;

aos meus colegas de trabalho, Leandro Caldart e Márcio Cordeiro, pelas valiosas discussões e sugestões e à Priscilla Passos, pelo companheirismo e disposição para ajudar-me, suportando a sobrecarga de trabalho gerada pelas minhas ausências;

à vice presidente de responsabilidade social e ambiental do Grupo Nueva, Maria Emília Correa, que me confiou informações extremamente importantes;

aos colegas do Grupo Amanco, participantes do CMAP – Comitê de Materiais Amanco Plásticos, em especial a Victor Landazabal e Enrique Guzman;

ao Instituto do PVC, em especial ao diretor técnico, Édison Carlos, que com grande conhecimento, revisou esta dissertação;

aos fornecedores nacionais de resina de PVC, Braskem e Solvay e aos fornecedores de estabilizantes, Baerlocher, Chemson e Cognis, por sempre serem receptivos e dispostos a contribuir e em especial à Antônio Rodolfo Jr., da Braskem, que muito contribui com a revisão desta dissertação;

à Prof^a Dr.^a Rosa Alice Mosimann, que me auxiliou na revisão dos textos de uma forma dinâmica;

aos demais familiares, professores e colegas da UFSC e da Amanco Brasil que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização desta pesquisa, meus sinceros agradecimentos!

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE TABELAS	viii
LISTA DE SIGLAS	ix
RESUMO	xi
ABSTRACT	xii
INTRODUÇÃO	13
CAPÍTULO 1: A SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL	17
1.1 Relação entre sociedade, indústria e desenvolvimento sustentável.....	17
1.2 Desenvolvimento sustentável e sustentabilidade.....	22
1.3 A busca da sustentabilidade ambiental pelas empresas	28
1.3.1 Eco-eficiência	28
1.3.2 Ecologia industrial	31
1.4 Análise do ciclo de vida de produtos (ACV)	34
1.4.1 Metodologia.....	38
CAPÍTULO 2: O PVC E O DESAFIO DA SUSTENTABILIDADE .	41
2.1 PVC, o plástico versátil.....	41
2.1.1 O PVC e suas aplicações.....	42
2.1.2 Processos de produção do PVC	43
2.1.3 Compostos de PVC.....	45
2.1.4 Estabilizantes	45
2.1.5 Plastificantes.....	49
2.2 PVC, um material questionado.....	50
2.2.1 A polêmica em relação ao PVC.....	50
2.2.2 Análise de ciclo de vida do PVC	56
2.3 PVC e sustentabilidade	59
2.3.1 O livro verde do PVC	61
2.3.2 VINIL 2010	64

CAPÍTULO 3: ESTUDO DE CASO – GRUPO AMANCO E	
AMANCO BRASIL SA	69
3.1 Histórico	69
3.2 A decisão de substituir os estabilizantes a base de chumbo	70
3.2.1 O estudo da Booz Allen Hamilton.....	72
3.3 A estratégia para implementar a substituição.....	76
3.3.1 O envolvimento do principal concorrente.....	76
3.3.2 O envolvimento dos produtores de estabilizantes	78
3.3.3 A participação do Instituto do PVC.....	78
3.3.4 O estudo das tecnologias.....	79
3.3.5 O desenvolvimento paralelo de tecnologia	80
3.3.6 O retorno aos produtores de estabilizantes.....	81
3.3.7 A definição da tecnologia.....	82
3.3.8 O envolvimento da cadeia produtiva brasileira.....	84
3.3.9 O termo de adesão.....	85
3.3.10 O cronograma de implementação	85
3.4 Resultados da implementação do estabilizante Ca e Zn na Amanco Brasil .	86
3.4.1 Histórico do desenvolvimento em 2003.....	86
3.4.2 Cronograma de implementação na Amanco Brasil em 2003.....	87
3.4.3 Estabilizantes homologados na Amanco Brasil	89
3.4.4 Resultados dos ensaios com estabilizante Ca e Zn na Amanco Brasil	89
3.5 Demais ações em busca da sustentabilidade	91
3.5.1 Relatório de Sustentabilidade.....	93
CONSIDERAÇÕES.....	94
CONCLUSÕES	104
BIBLIOGRAFIA	108
ANEXOS	115

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Ciclos biológicos da natureza.....	32
Figura 2 – Fases de um ACV (ABNT NBR ISO 14040, 2001).....	38
Figura 3 – O ciclo de vida do PVC segundo VINIL 2010.....	65
Figura 4 – Símbolo do VINIL 2010 – encontrando o desafio do Desenvolvimento sustentável (<i>meeting the challenge of sustainable development</i>)	66
Figura 5 – O ciclo de vida do PVC a partir de uma perspectiva ambiental.....	74
Figura 6 – Avaliação de riscos dos 16 impactos do ciclo de vida do PVC. (BAH e Amanco)	75
Figura 7 – Consumo de PVC no mundo e no Brasil e a produção de tubos e conexões.....	79
Figura 8 – Escala de impacto ambiental dos estabilizantes	83
Figura 9 – Curva de aprendizado dos produtores de tubos e conexões e estabilizantes	83
Figura 10 – Cronograma de atividades da extrusão	87
Figura 11 – Taxa de implementação dos compostos de extrusão estabilizados com Ca e Zn	88
Figura 12 – Cronograma de atividades da injeção	89
Figura 13 – Evolução dos custos dos compostos de extrusão com Ca e Zn.....	90
Figura 14 – Termo de adesão	116

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resumo comparativo entre competitividade e sustentabilidade	26
Tabela 2 – Aspectos da interação entre indústria e meio ambiente	31
Tabela 3 – Normas da série ISO 14040	37
Tabela 4 – Relatórios técnicos da série ISO 14040	37
Tabela 5 – Principais categorias de utilização do PVC na Europa (1999)	43
Tabela 6 – Estudos de ACV em produtos de PVC nas áreas mais importantes de aplicação	58

LISTA DE SIGLAS

Abiquim – Associação brasileira da indústria química
ABNT – Associação brasileira de normas técnicas
ACRR – Associação de municípios e regiões para a reciclagem
ACV – Avaliação do ciclo de vida
AMPE – Associação dos produtores de plástico na Europa (*Association of plastics manufacturers in europe*)
BAH – Booz Allen & Hamilton
BBP – Butil benzil ftalato
BP – British Petroleum
CEBDS – Conselho empresarial brasileiro para o desenvolvimento sustentável
CEMPRE – Compromisso empresarial para reciclagem
CERES – Coalizão para economias ambientalmente responsáveis (*Coalition for environmentally responsible economies*)
CETEA – Centro de tecnologia de embalagem
CFC's – Clorofluorcarbono
CNPq – Conselho nacional de pesquisa
DBP – Di-butil ftalato
DEHP – Di-(2-etil-hexil) ftalato
DFE – Projetar para o meio ambiente (*Design for environmental*)
DIDP – Di-isodecil ftalato
DINP – Di-isononilo ftalato
DJSD – Índice mundial de sustentabilidade da Dow Jones (*Dow Jones sustainability world indexes*)
DOP – Di-octil ftalato
ECPI – Conselho Europeu para plastificantes e intermediários (*The European council for plasticisers and intermediates*)
ECVM – Conselho Europeu dos produtores vinílicos (*The European council of vinyl manufactures*)

EMCEF – Federação Européia dos trabalhadores de minas, químicas e energia

EMPA – Laboratório federal Suíço para testes e pesquisas (*Swiss federal laboratories for testing and research*)

EPA – Agência de proteção ambiental Americana (*Environmental protection agency*).

ESPA – Associação dos produtores Europeus de estabilizantes (*The European stabilisers producers associations*)

EuPC – Transformadores Europeus de plásticos (*European plastics converts*)

GRI – Iniciativa global de relatórios (*Global reporting initiative*)

IARC – Agência internacional de pesquisa para o câncer (*International agency for research into cancer*)

ISO – *International standarization organization*

MAFF – Ministério da alimentação e da pesca inglesa (*UK Ministry of food and fisheries*)

MRI – Instituto de pesquisas de Midwest (*Midwest research institute*)

NCBE – Centro nacional para negócios e ecologia (*National centre for business and ecology*)

ONG – Organização não governamental

OSHA – Administração de saúde e segurança ocupacional (*Occupational safety and health administration*)

OSPAR – Convenção para a proteção do meio marinho do atlântico nordeste

PCB's – Bisfenilas poli-cloradas

PIB – Produto interno bruto

ppm – Parte por milhão

PVC – Policloreto de vinila

REPA – Análise do perfil de recursos ambientais

Setac – Sociedade de química e toxicologia ambiental

T&C – Tubos e conexões

TNS – O caminho natural (*The natural step*)

VCM – Monômero do cloreto de vinila

VOC – Carbono orgânico volátil

WBCSD – Conselho empresarial mundial para o desenvolvimento sustentável (*World Business Council for Sustainable Development*)

RESUMO

Na busca por um mundo sustentável, exigir-se-á maior atenção nas interações entre indústria, meio ambiente e sociedade. Algumas alternativas surgem como instrumentos da indústria na busca da sustentabilidade ambiental, tais como a eco-eficiência e a ecologia industrial. A conscientização da importância da proteção ambiental, e os possíveis impactos associados a produtos manufaturados e consumidos, aumentou o interesse no desenvolvimento de métodos como a avaliação do ciclo de vida – ACV, que estuda a vida de um produto desde a aquisição das matérias-primas, produção e uso, até a disposição final, sendo um passo de fundamental importância para um gerenciamento sustentável. A polêmica sobre os impactos ao meio ambiente e à saúde humana causados pelo PVC – policloreto de vinila, que tem sido alvo de ataques de organizações ambientalistas como o *Greenpeace*, é documentada em uma revisão com marcos históricos de alguns países da Europa. Este trabalho aborda a postura da Comissão das Comunidades Européias e a postura das indústrias que se uniram para promover o desenvolvimento sustentável do PVC. A decisão do Grupo Amanco, de voluntariamente substituir, no Brasil, o estabilizante de PVC à base de chumbo e a estratégia utilizada para influenciar a cadeia produtiva do PVC brasileira é abordada. Os motivos que levaram a empresa que opera na América Latina a tomar a decisão de transformar o PVC em um material ambientalmente mais seguro foram a postura pró-ativa, a pressão dos grupos ambientalistas que clamavam pela eliminação do PVC e os movimentos ocorridos na Europa, os resultados dos estudos de ACV, a disponibilidade de tecnologia alternativa de estabilização e o comprometimento com o desenvolvimento sustentável, objetivo definido em sua estratégia empresarial, visão e valores. As vantagens decorrentes desta decisão são o reconhecimento das partes interessadas como uma empresa socialmente responsável e que preserva o meio ambiente, procurando competitividade com a ajuda do próprio meio ambiente. O resultado esperado é o sucesso perante os clientes e o fortalecimento da marca pelo fato de utilizarem uma matéria-prima ambientalmente mais segura. Já o envolvimento da cadeia produtiva do PVC tornou-se uma estratégia muito importante para o encontro da sustentabilidade econômica.

Palavras-chave: Policloreto de vinila – PVC, sustentabilidade ambiental, Amanco, análise de ciclo de vida – ACV, estabilizantes.

ABSTRACT

In the search for a sustainable world, more attention to the interaction between industry, environment and society is demanded. Some alternatives appear as instruments of industry in the search of environmental sustainability, such as eco-efficiency and industrial ecology. Awareness of the importance of environmental protection and the possible impact associated with manufactured and consumed products increases the interest in the development of methods as the evaluation of the life cycle assessment –LCA. This method studies the life of a product from the acquisition of raw materials, production and use, until final disposal and it is of fundamental importance for sustainable management. Controversy about impact on the environment and the health of human beings caused by PVC – polyvinyl chloride will be registered. PVC has been at the center of attacks by environmental organizations such as Greenpeace. A revision of historical landmarks of some countries of Europe will be made. The position of the Commission of the European Communities and also the position of industries that have joined through a voluntary agreement searching the challenge of the sustainable development for the PVC will be shown. The decision of the Amanco Group in Brazil, to substitute, the lead stabilizer of PVC and the strategy used to influence the productive chain of the Brazilian PVC is presented in a case study. The reasons that have motivated the company who operates in Latin America to make the decision to transform the PVC into an environmentally safer material were: the proactive position, the pressure of environmental groups and the movements occurring in Europe, the results of LCA studies, the availability of alternative technology of stabilization and the compromise with sustainable development, objective defined in its enterprise strategy, vision and values. The advantages of this decision are the recognition of stakeholders as a socially responsible company, that it preserves the environment, looking for competitiveness with the aid of the environment. Its desired result is success with customers and the strength of the brand for the fact that they used raw material which is safer. Already the involvement of the productive chain of the PVC has become a very important strategy in the achievement of the economic sustainability.

Key words: polyvinyl chloride – PVC, environmental sustainability, Amanco, life cycle assessment – LCA, stabilizer.

INTRODUÇÃO

Durante muitos anos acreditou-se que os objetivos da indústria eram incompatíveis com a preservação ou melhoria do meio ambiente. Nos dias de hoje essa convicção está ultrapassada. As corporações e as nações mais evoluídas reconhecem que a melhoria da qualidade de vida vai envolver não somente as atividades industriais e as novas tecnologias, mas a busca por um mundo sustentável, e a interação entre indústria, meio ambiente e sociedade. Sendo este fato conhecido das corporações, cidadãos e governos, vêm-se todos na contingência de adotar uma postura responsável nas atividades industriais, não apenas com a finalidade de resolver ou evitar problemas, mas de criar benefícios para as partes interessadas.¹

O envolvimento da indústria é, pois, crucial quando se busca a sustentabilidade. Algumas empresas demonstram, desde o início, preocupação com a operação de suas fábricas ou com o processo, e buscam melhorar seu desempenho através de um sistema de gestão ambiental e da certificação ISO 14001. Outras estão indo mais além: preocupando-se com o desempenho ambiental de seus produtos e com a comunidade que habita ao lado de suas fábricas.

Estar consciente dos possíveis impactos e conhecer a importância da proteção ambiental, aumentou o interesse no desenvolvimento de métodos para melhor compreender e reduzir estes impactos, como a Avaliação do Ciclo de Vida – ACV. Ela visa compreender a origem das matérias-primas utilizadas, o destino dos produtos fabricados, os subprodutos e resíduos do processo, bem como os efeitos para o meio ambiente das emissões geradas.

¹ Também conhecidas como *stakeholders*.

Entender o ciclo de vida de um produto, contabilizando todas as correntes de entradas e saídas em uma cadeia de processos, é um passo de fundamental importância para um gerenciamento sustentável.

O PVC – policloreto de vinila, material versátil de inúmeras aplicações, tem sido o centro de muitos debates e questionamentos, alvo de ataques de organizações ambientalistas, especialmente na Europa, devido aos supostos impactos gerados no meio ambiente e à saúde humana ao longo do seu ciclo de vida. Esses questionamentos fizeram com que o PVC seja hoje um dos materiais mais estudados da história recente.

Neste contexto, o Grupo Amanco, empresa de capital suíço que atua exclusivamente na América Latina, fabricando, sobretudo, tubos e conexões, demonstra seu compromisso com o desenvolvimento sustentável através da busca da sustentabilidade ambiental do PVC. Dentre várias providências, destacou-se a eliminação dos estabilizantes à base de chumbo na Amanco Brasil, que influenciou a cadeia produtiva de tubos e conexões de PVC para promover a completa eliminação dos estabilizantes de chumbo, no Brasil, em um tempo muito inferior ao acordado pelas empresas européias (que se uniram em um acordo voluntário: **VINIL 2010**) e, assim, buscar o desenvolvimento sustentável do produto.

Várias dissertações com estudos de casos de empresas já foram desenvolvidas no PPGEA, grande parte relacionadas ao desenvolvimento de sistemas de gestão ambiental e certificações ISO 14001.² Outras, que abordam aspectos relacionados ao ciclo de vida de produtos, estão em andamento. Este trabalho, em particular, marca o início de estudos específicos sobre o PVC e uma empresa que busca a sustentabilidade de seus produtos.

Quais as razões que levaram o Grupo Amanco a iniciar a busca da sustentabilidade ambiental do PVC? É a questão a que pretendemos responder, ou seja: a resposta a esta questão é o fundamento do presente estudo. Para atingir tal objetivo será necessário descobrir

² WIDMER, Walter M. (1997), OLIVEIRA, Cristiano H. Sieber de (2000), entre outros.

as razões que levaram o Grupo Amanco a assumir postura de vanguarda, buscando a sustentabilidade ambiental do PVC; em que se basearam seus líderes para tomarem esta decisão, que estratégia foi usada e que tipo de vantagens esperam alcançar.

Este caso desencadeou o estabelecimento de objetivos específicos como a discussão sobre a ferramenta de análise de ciclo de vida de produtos e sua utilidade na busca da sustentabilidade ambiental, bem como a sua introdução no Brasil; a revisão bibliográfica que descreveu os movimentos contrários à utilização do PVC, a postura do governo e a resposta das indústrias na Europa; a discussão da sustentabilidade ambiental do material. Por outro lado, o caso do Grupo Amanco desvendou o papel do Brasil frente às tendências mundiais, em especial frente à Comunidade Européia, no que se refere à utilização de estabilizantes a base de metais pesados, permitindo-nos documentar este processo e analisar a decisão do Grupo Amanco de iniciar a transformação do PVC em um material ambientalmente mais seguro.

A metodologia que será aplicada nesta pesquisa é de natureza teórica e visa a responder à questão e aos objetivos explicitados. A revisão bibliográfica será dividida em três grandes capítulos.

O primeiro capítulo abordará as relações entre sociedade, empresa e desenvolvimento sustentável, onde serão discutidos os conceitos de desenvolvimento sustentável e sustentabilidade. Na busca da sustentabilidade ambiental nas empresas, técnicas como eco-eficiência, ecologia industrial e análise de ciclo de vida de produtos terão prevalência.

No segundo capítulo, será apresentado o PVC. Através de fatos recentes ocorridos na Europa, ficará documentada a polêmica sobre este material e seus desdobramentos. O governo

e a cadeia produtiva do PVC³ propuseram soluções para fazer face à pressão de ONG's ambientalistas e da sociedade em geral.

A decisão do Grupo Amanco, uma empresa multinacional transformadora de plásticos, de voluntariamente substituir no Brasil o estabilizante de PVC a base de chumbo, influenciando, assim, toda a cadeia produtiva brasileira⁴ é apresentada sob forma de estudo de caso no terceiro capítulo. Ele foi facilitado por ser a responsável por este trabalho, funcionária da Amanco Brasil e ocupar o cargo de Coordenadora Nacional de Meio Ambiente, tendo anteriormente atuado como Coordenadora da Engenharia de Materiais e Coordenadora de Produção, funções exercidas na empresa há aproximadamente nove anos. Os relatos pois, fazem parte do cotidiano desta profissional.

As considerações finais e a conclusão examinarão os resultados, comparando-os aos objetivos traçados, alertando para a necessidade de se prosseguir na procura de substitutos menos agressivos para os estabilizantes a base de chumbo.

³ Dentro do escopo deste trabalho, fazem parte da cadeia produtiva do PVC na Europa: os fabricantes de resina de PVC, os fabricantes de estabilizantes e plastificantes e os transformadores de PVC, representados pelas suas Associações Europeias, ECVI, ECPI, ESPA e EuPC.

⁴ Dentro do escopo deste trabalho, fazem parte da cadeia produtiva do PVC no Brasil: os fabricantes de resina de PVC, os fabricantes de estabilizantes e os transformadores de tubos e conexões de PVC, que são associados ao Instituto do PVC.

CAPÍTULO 1: A SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL

1.1 Relação entre sociedade, indústria e desenvolvimento sustentável

Toda atividade industrial é uma resposta a um desejo ou necessidade da sociedade, termo que tem vários significados. Do ponto de vista de sistemas industriais, ambos geram demanda de produto.⁵

As empresas, na busca de atender desejos e necessidades da sociedade (bens ou serviços), devem adaptar-se às exigências desta mesma sociedade, que cobra uma atuação mais responsável em termos de proteção ao meio ambiente e responsabilidade social. Por outro lado, a empresa é uma instituição que visa lucro, tendo o fator econômico peso elevado. Deste modo, o grande desafio das empresas a caminho do desenvolvimento sustentável tem sido o de equilibrar os fatores econômico, ambiental e social. Seus planejamentos estratégicos devem conter, obrigatoriamente, os objetivos a que se propõem nessas áreas, que exigem acompanhamento na gestão do dia a dia.

O desenvolvimento sustentável foi definido em 1987, no relatório **Nosso futuro comum** (também conhecido como relatório Brundtland), como sendo *aquele que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade de as futuras gerações satisfazerem suas próprias necessidades*.⁶

O trabalho da Comissão de Brundtland recomendou à Assembléia geral da ONU que convocasse a II Conferência Internacional de Meio Ambiente e Desenvolvimento em 1992,

⁵ GRAEDEL, T. E.; ALLENBY, B. R. **Industrial ecology**. New Jersey: Prentice-Hall, 1995.

⁶ COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO – CMMAD, **Nosso futuro comum**. Rio de Janeiro: FGV, 1991, p.46.

exatamente 20 anos depois da Conferência de Estocolmo. Foi a Rio 92, entre 3 e 14 de junho, com a missão de estabelecer uma agenda de cooperação internacional, a Agenda 21, que pusesse em prática, ao longo do século XXI, o desenvolvimento sustentável no planeta.⁷ O mundo empresarial foi convocado a participar desta conferência no Rio de Janeiro, obrigando as empresas a compreenderem o novo conceito e com ele assumirem um compromisso.

Nos dois anos anteriores a Rio 92 o Conselho Empresarial Mundial para o Desenvolvimento Sustentável (WBCSD) é o produto da visão e da preocupação de um pequeno grupo de líderes empresariais.⁸

Em meados de 1990, Maurice Strong, secretário-geral da Rio 92, pediu a seu principal conselheiro em indústria e comércio que formulasse uma perspectiva global sobre desenvolvimento sustentável do ponto de vista dos empresários. O conselheiro era o rico industrial suíço Stephan Schmidheiny. Como ex-controlador do grupo Eternit na Suíça, um dos maiores fabricantes mundiais de amianto, Schmidheiny considerava ter tido sua quota de responsabilidade na produção de danos ambientais em nome da produção de riquezas. Passara suas ações adiante e agora, convertido à causa ambiental, buscava maneiras de atrair os empresários para a discussão de questões tradicionalmente vistas como assunto exclusivo de governos e grupos ambientalistas. Schmidheiny convocou 48 empresários executivos de grandes empresas de 28 países para produzir o documento pedido por Strong. O resultado de seu trabalho, publicado no início de 1992, foi o livro-relatório **Mudando o rumo: uma perspectiva empresarial global sobre desenvolvimento e meio ambiente.**⁹

Mudando o Rumo apresenta a idéia de justiça econômica para as relações entre as empresas e respectivas partes interessadas – acionistas, empregados, consumidores,

⁷ ALMEIDA, Fernando. **O Bom negócio da sustentabilidade**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2002.

⁸ HOLLIDAY, Charles O.; SCHMIDHEINY, Stephan; WATTS, Phillip. **Cumprindo o prometido - casos de sucesso de desenvolvimento sustentável**. Tradução: Afonso Celso da Cunha Serra. Rio de Janeiro: Campus, 2002. Tradução de: Walking the talk.

⁹ ALMEIDA, Fernando. *Op. cit.*

fornecedores, vizinhos de bairro, comunidades, instituições, outras empresas, etc., numa relação de influência mútua. Propõe, também, uma combinação de comando-e-controle e auto-regulação, além de criar novos conceitos como a eco-eficiência. Os empresários reativos tornam-se pró-ativos nas áreas ambiental, social e econômica; o mundo é tripolar formado por: governo, sociedade e empresa. Os mercados abertos e competitivos fomentam, obrigatoriamente, a inovação e a eficiência e geram oportunidades para que todos melhorem suas condições de vida.

Almeida (2002), considerou tímida a participação das empresas na Rio 92. No universo empresarial, a dimensão ambiental era vista, na melhor das hipóteses, como um mal necessário. No final dos anos 70, pelo menos um setor industrial já sentia no bolso – ou melhor, nos balanços financeiros – o custo do descaso ambiental. A indústria química mundial exibiu o pior desempenho ambiental e de segurança de todos os setores industriais. Acusados de arrogantes, insensíveis e irresponsáveis, ameaçados por centenas de ações judiciais reclamando indenizações, acuados pelo crescente endurecimento das legislações locais, os dirigentes do setor químico mundial perceberam que era hora de mudar. A mudança começou em 1985 com o programa “*Responsible Care*”, implantado em 1992 no Brasil pela Abiquim (Associação Brasileira da Indústria Química) e rebatizado de “Atuação Responsável”.¹⁰

Dez anos depois da Rio 92, se questionou sobre as razões de algumas das principais corporações do mundo que embora atraídas pelo conceito do desenvolvimento sustentável, admitem que ele é ainda amplamente ignorado pela maioria das empresas em todo o mundo.¹¹

O Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável (CEBDS, 2002) afirma que houve, entretanto, uma maior participação dos líderes empresariais na Cúpula Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável em Joanesburgo, na África do Sul, realizada em agosto de 2002 (também conhecida como Rio+10), demonstrando que as

¹⁰ ALMEIDA, Fernando. *Op. cit.*, p.18.

¹¹ HOLLIDAY, Charles °; SCHMIDHEINY, Stephan; WATTS, Phillip. *Op. cit.*, p. 18.

práticas ambientalmente corretas são viáveis tecnologicamente, além de serem bastante lucrativas para o setor produtivo.¹²

Holliday, Schmidheiny e Watts (2002) afirmam que a crescente pressão do público, durante a década de 1990, em torno de assuntos relacionados aos direitos humanos e aos impactos da globalização, forçou as empresas a analisarem mais de perto o desenvolvimento sustentável, especialmente sob o aspecto social. Shell, Nike e BP, por exemplo, estavam despreparadas para lidar com a capacidade dos consumidores de levarem suas preocupações até as salas dos conselhos de administração. Num mundo globalizado e transparente, o gerenciamento da reputação da empresa torna-se elemento central da gestão corporativa.¹³ É consenso, entretanto, que a sociedade tende a apreciar, cada vez mais, o desenvolvimento sustentável. A tendência é irreversível. Desejos e necessidades podem ser modificados por vários fatores sociais, restrições econômicas, preocupações relacionadas a perigos e impactos ambientais e o estado da tecnologia. O resultado é a demanda por produtos e serviços específicos. As corporações industriais respondem a sua maneira sobre a disponibilidade de informações, projetos e avaliações para produzir os bens e serviços solicitados.¹⁴

Holliday, Schmidheiny e Watts (2002) estão convencidos de que, visto como oportunidade e não como encargo, o desenvolvimento sustentável vem demonstrando ser fonte de vantagem competitiva. Bill Ford, tetraneto de Henry Ford e agora chairmain da empresa, declarou em reunião da CERES (Coalizão para Economias Ambientalmente Responsáveis) que *participando de programas ambientais, suas empresas, confirmaram a forte convicção de que – além de ser a atitude correta – a preservação do ambiente é fonte de vantagem competitiva e de grandes oportunidades de negócios*. Capitalizando esses ativos, a empresa cria condições para avanços significativos como sucesso perante os clientes,

¹² CONSELHO EMPRESARIAL BRASILEIRO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. **RIO + 10, a posição do CEBDS**. Disponível em: <<http://www.cebds.com>>. Acesso em: 10 out. 2002.

¹³ HOLLIDAY, Charles °; SCHMIDHEINY, Stephan; WATTS, Phillip. *Op. cit.*, p. 18.

¹⁴ GRAEDEL, T. E.; ALLENBY, B. R. *Op. cit.*, p. 17.

fortalecimento da marca, vantagem do pioneirismo e aumento da rentabilidade. O primeiro passo, contudo, é o reconhecimento de que tanto a agenda política como a agenda de negócios estão impulsionando a mudança em busca da sustentabilidade e das oportunidades a ela inerentes.¹⁵

Lora (2000) percebeu que, em tempos de profunda preocupação da sociedade pelos problemas ambientais, as empresas estão deixando as posturas passivas e reativas para adotar um comportamento ambiental pró-ativo, transformando-o em oportunidade de negócios. Ao mesmo tempo em que a crise ambiental torna-se uma ameaça à sobrevivência do homem e da natureza, apresenta-se como oportunidade de continuar a vida com base em novos paradigmas. O meio ambiente deixa de ser um aspecto de nenhum ou pouco interesse, cuja única preocupação era cumprir as obrigações legais, e passa a ser uma fonte adicional de prestígio, eficiência e competitividade.¹⁶

O conceito do desenvolvimento sustentável se difunde no meio governamental como no industrial. De acordo com COMISSÃO DAS COMUNIDADES EUROPEIAS (2002), a União Européia assumiu, em todas as esferas, o compromisso de respeitar o princípio do *desenvolvimento sustentável*: conseguir o difícil equilíbrio entre proteção do ambiente, progresso econômico e desenvolvimento social. O objetivo geral é aumentar a qualidade de vida e ao mesmo tempo proteger o ambiente para que, em todas as partes do mundo, as futuras gerações possam se desenvolver e prosperar. Mas reconhece ainda que, se os países atuarem isoladamente, não será possível a salvaguarda do ambiente.¹⁷

¹⁵ HOLLIDAY, Charles °; SCHMIDHEINY, Stephan; WATTS, Phillip. *Op. cit.*, p. 18.

¹⁶ LORA, Electos. **Prevenção e controle da poluição no setor energético industrial de transporte**. Brasília: ANEEL, 2000.

¹⁷ COMISSÃO DAS COMUNIDADES EUROPEIAS. **Opções para um futuro mais verde**: a União Européia e o meio ambiente. Bruxelas: Serviço da Publicações Oficiais das Comunidades Européias, 2002.

1.2 Desenvolvimento sustentável e sustentabilidade

Segundo Leadbitter (2002), é importante distinguir desenvolvimento sustentável e sustentabilidade. Desenvolvimento sustentável é o processo a enfrentar para chegar à sustentabilidade: em outras palavras, é o processo que conduz à sustentabilidade,¹⁸ conceitos compartilhados por **VINYL 2010** (2002)¹⁹ e Everard, Monaghan e Ray (2000)²⁰. Os conceitos de desenvolvimento sustentável e sustentabilidade não são unanimemente aceitos.

Barbieri (1997) considera a expressão desenvolvimento sustentável formada por uma combinação de palavras contraditórias. O desenvolvimento evoca as idéias de crescimento econômico, mudança do padrão de vida da população e tem base no sistema produtivo. O termo sustentável é de origem biológica, ou seja, aplicável apenas aos recursos renováveis que podem ser extintos pela exploração descontrolada, como cardumes de peixes e espécies vegetais das florestas naturais.²¹

De acordo com Coral (2002), os princípios do desenvolvimento sustentável são vistos, muitas vezes, como conflitantes dentro do modelo da economia neoclássica. As empresas buscam resultados financeiros, aumento de fatias de mercado e, principalmente, sobrevivência e manutenção de sua competitividade. O chamado custo ambiental ou custo das externalidades, não tem sido considerado, historicamente, como responsabilidade das empresas, pois o meio ambiente é tratado como um bem comum à disposição de todos.²²

¹⁸ LEADBITTER, Jason. PVC and sustainability. **Prog. Polym. Sci.** 27 (2002) 2197-2226.

¹⁹ **VINYL 2010. The european PVC industry. Contributing to sustainable development.** Brussels: The European Council of Vinyl Manufactures – ECVI, The European Council for Plasticisers and Intermediates – ECPI, The European Stabilisers Producers Associations – ESPA and European Plastics Converts – EuPC, Aug., 2002. Disponível em: <<http://www.vinyl2010.org>> . Acesso em: 29 dez. 2003.

²⁰ EVERARD, Mark; MONAGHAN, Mike; RAY, Diana. **PVC: an evaluation using the natural step framework.** Bristol: The natural Step UK and Environmental Agency, 2000.

²¹ BARBIERI, José C. **Desenvolvimento e meio ambiente:** as estratégias de mudança da Agenda 21. Rio de Janeiro: Vozes, 1997.

²² CORAL, Elisa. **Modelo de planejamento estratégico para a sustentabilidade empresarial.** 2002. 282 f. Tese (Doutorado do Programa de pós-graduação de Engenharia de Produção). UFSC, Florianópolis, 2002.

A idéia de desenvolvimento sustentável parte da premissa de que é necessária uma mudança no padrão de consumo, já que sustentar o mesmo padrão e expandi-lo é uma idéia utópica. Montibeller-Filho (2001) vai mais longe e estima que, ou se proporciona desenvolvimento ou se preserva o ambiente. As leis da economia não são as leis da natureza. A economia só vai ser ecológica se começar a respeitar os ciclos naturais.²³

Para Holliday, Schmidheiny e Watts (2002), o conceito básico do desenvolvimento sustentável nunca adquiriu força suficiente para transformar-se em grito de guerra arrebatador e aglutinador entre o grande público ou mesmo entre grupos ambientalistas e desenvolvimentistas. O termo desenvolvimento, por exemplo, parece não agradar os ambientalistas. Para os desenvolvimentistas o conceito parece muito *verde*, com a sensação de que toda ênfase recai sobre as necessidades do futuro, ficando esquecidas as do presente. Os governos não parecem receptivos já que o assunto não é de um só ministério, o que exigiria níveis de integração em termos de pensamentos e ações inatingíveis nas instituições públicas nos dias de hoje. Situação semelhante acontece com os acadêmicos.²⁴

Para Montibeller-Filho (2001), o desenvolvimento sustentável é um mito. Segundo este autor, ele surgiu para contrapor-se à idéia de desenvolvimento econômico, que é o crescimento econômico associado às transformações da economia e da sociedade, principalmente na estrutura da distribuição de renda. Já o desenvolvimento sustentável agrega a idéia do ambiental. Neste contexto, para que haja desenvolvimento econômico, é necessário ocorrer crescimento do PIB e melhoria da distribuição de renda; para que haja desenvolvimento sustentável é necessário o crescimento do PIB e a melhoria da distribuição de renda, acrescidas da melhoria ambiental.²⁵

²³ MONTIBELLER-FILHO, Gilberto. A Economia do desenvolvimento. **Caderno digit@l de informação sobre energia, ambiente e desenvolvimento, entrevistas**. Dez., 2001. Disponível em: <<http://www.guiafloripa.com.br/energia/entrevistas/gilberto.php>> Acesso em: 20 jan. 2004.

²⁴ HOLLIDAY, Charles O.; SCHMIDHEINY, Stephan; WATTS, Phillip. *Op. cit.*, p.18.

²⁵ MONTIBELLER-FILHO, Gilberto. *Op. cit.*, p.23.

De acordo com Montibeller-Filho (2001), até o desenvolvimento econômico é um mito, se for equivalente à melhoria do padrão de consumo em níveis do padrão europeu, por exemplo. No caso específico do Brasil, o desenvolvimento econômico na verdade nunca foi atingido, porque houve um crescimento da economia, com transformações na economia, mas com um resultado social muito pouco abrangente. A melhoria por vezes é precária por estar relacionada à transferência de problemas como, por exemplo, a redução do consumo de energia devido à terceirização de produtos ou a redução da contaminação ambiental exportando-se lixo para outros países. Considerando, a humanidade como um todo, o desenvolvimento sustentável, em escala global, é um mito, é inatingível, um novo paradigma, contrapondo-se ao antigo desenvolvimento econômico.²⁶

Segundo Coral (2002), o conceito da sustentabilidade está sendo desenvolvido e ainda não existe consenso, principalmente no que respeita sua aplicabilidade no escopo empresarial. Algumas empresas defendem a idéia de que ser sustentável é não agredir o meio ambiente, detalhando o conceito de sustentabilidade ecológica ou organizações ecologicamente sustentáveis. Neste caso, a sustentabilidade é alcançada quando a extração dos recursos naturais ocorre dentro da capacidade de reposição natural da base de recursos e, quando os resíduos sólidos transferidos para os componentes físicos do sistema ecológico não ultrapassam a capacidade de assimilação dos ecossistemas. Neste caso, existirá conflito entre competitividade e sustentabilidade ecológica, pois as empresas de sucesso estão sempre buscando distinguir-se de seus concorrentes e conseguir a maior fatia de mercado, nos limites de sua competência tecnológica e operacional. Da mesma forma, se uma empresa tiver os melhores processos de tratamento de efluentes e resíduos ou utilizar tecnologias limpas, haverá custos de produção adicionais. Se este valor não for percebido pelos seus clientes,

²⁶ MONTIBELLER-FILHO, Gilberto. *Op. cit.*, p.23.

poderá representar queda de competitividade e capacidade de sobrevivência a médio e longo prazos, o que fere o princípio de crescimento econômico do desenvolvimento sustentável.²⁷

Para SACHS (1993)²⁸, a sustentabilidade, possui diferentes dimensões que podem ser analisadas individual ou coletivamente:

- a sustentabilidade social equivale a obter equidade na distribuição de renda para os habitantes do planeta;
- a sustentabilidade ambiental depende da utilização dos recursos naturais renováveis e redução do uso dos recursos não renováveis;
- a sustentabilidade econômica é consequência da redução dos custos sociais e ambientais;
- a sustentabilidade espacial procura atingir uma configuração de equilíbrio entre as populações rural e urbana;
- a sustentabilidade cultural garante a preservação das tradições e pluralidade dos povos;

O conceito amplo de sustentabilidade empresarial deve, pois, respeitar três princípios básicos: equidade social, crescimento econômico ou competitividade e equilíbrio ambiental. Só assim, segundo CORAL (2002), é possível conseguir o desenvolvimento sustentável.²⁹

A Tabela 1 apresenta de forma comparativa competitividade e sustentabilidade.

²⁷ CORAL, Elisa. *Op. cit.*, p.22.

²⁸ SACHS, Ignacy, **Estratégias de transição para o século XXI**: desenvolvimento e meio ambiente. São Paulo: Studio Nobel, Fundap, 1993.

²⁹ CORAL, Elisa. *Op. cit.*, p.22.

Tabela 1 – Resumo comparativo entre competitividade e sustentabilidade

Competitividade	Sustentabilidade
Base em fatores econômicos e operacionais	Base em fatores econômicos, sociais e ecológicos
Visão de mundo restrita – empresa contra as forças competitivas	Visão de mundo mais ampla – parceria para obter vantagens competitivas
Legislação ambiental=aumento dos custos de produção	Legislação ambiental=promoção da inovação
Tecnologias de produção tradicionais	Tecnologias limpas de produção
Questões do meio ambiente natural geralmente são vistas como ameaças	Questões do meio ambiente natural geralmente são vistas como novas oportunidades
Foco na redução de custos e eficiência operacional	Foco na inovação
Individualidade	Cooperação

Fonte: CORAL (2002)³⁰

Para Araújo (2002), a sustentabilidade é uma forma de proteção aos recursos renováveis. Sua exploração deve restringir-se ao incremento natural do período, ou seja, mantendo a base inicial dos recursos. Para os recursos não naturais, petróleo, por exemplo, a sustentabilidade será sempre uma questão de tempo, razão pela qual é preciso buscar a otimização na utilização destes materiais. Neste sentido, as tecnologias alternativas devem ser incorporadas ao processo produtivo e investimentos em pesquisa devem ser considerados tanto pela iniciativa privada quanto pela pública, na busca de alternativas aos recursos não renováveis.³¹

Algumas empresas começam a se preocupar em medir a própria sustentabilidade.

Almeida (2002) argumenta que, como em todas as áreas da empresa, medir a sustentabilidade para informar os tomadores de decisão e responder aos reclamos e expectativas das partes interessadas é essencial. Não basta uma empresa declarar-se

³⁰ CORAL, Elisa. *Op. cit.*, p.22.

³¹ ARAÚJO, Alexandre Feller de. **A Aplicação da metodologia de produção mais limpa:** estudo em uma empresa do setor de construção civil. 2002. 121 f. Dissertação (Mestrado do Programa de pós-graduação em engenharia de produção). UFSC, Florianópolis, 2002.

ecoeficiente e socialmente responsável. É preciso provar que é. Para isto, deve adotar indicadores, medi-los e apresentá-los em relatórios. Um dos mais consistentes esforços para consolidar iniciativas e chegar a um consenso é o do GRI³². Trata-se de um esforço internacional, iniciado em 1997 pelo CERES – Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente e por diversas partes interessadas, para desenvolver e institucionalizar diretrizes e padrões de relatórios de desempenho ambiental, social e econômico. Desde sua criação, o GRI envolve a participação ativa de empresas, ONG's, firmas de consultorias e associações empresariais, sendo o WBCSD um de seus membros mais atuantes.³³

À medida que os conceitos de sustentabilidade se deslocam para a corrente dominante de gestão de ativos e que aumenta a demanda por fundos de sustentabilidade, os investidores buscam indicadores de criação de valor pelas empresas, além dos parâmetros econômicos convencionais. Segundo Holliday, Schmidheiny e Watts (2002), o Índice Mundial de Sustentabilidade da Dow Jones³⁴ – DJSD, criado em 1999, fornece um índice global racional e flexível para atuar como *benchmarking*³⁵ dos investimentos em empresas preocupadas com a sustentabilidade, identificando que criam valor para os acionistas a longo prazo, mediante o aproveitamento de oportunidades e o gerenciamento de riscos referentes ao desenvolvimento econômico, ambiental e social. As empresas se beneficiam deste processo, pois recebem o reconhecimento de importantes grupos de partes interessadas como líderes setoriais nas dimensões estratégicas econômicas, ambientais e sociais.³⁶

³² GRI – *Global Reporting Initiative*.

³³ ALMEIDA, Fernando. *Op. cit.*, p.18.

³⁴ DJSD – *Dow Jones Sustainability World Indexes*. Para saber mais sobre o DJSD consulte <<http://www.sustainability-indexes.com>>.

³⁵ *Benchmarking* é uma ferramenta para comparar processos produtivos, produtos e serviços com padrões de excelência absolutos e relativos para estabelecer metas e promover melhorias.

³⁶ HOLLIDAY, Charles O.; SCHMIDHEINY, Stephan; WATTS, Phillip. *Op. cit.*, p.18.

1.3 A busca da sustentabilidade ambiental pelas empresas

Na busca pela sustentabilidade ambiental, são muitas as opções empresariais. Duas dessas merecem ser destacadas por sua importância e abrangência: a eco-eficiência e a ecologia industrial.

1.3.1 Eco-eficiência

A eco-eficiência é um conceito empresarial que busca a eficiência ecológica e a eficiência econômica de processos, produtos ou serviços.

Segundo Holliday, Schmidheiny e Watts (2002), a contribuição básica das empresas para o desenvolvimento sustentável, fruto do trabalho de uma década, é a eco-eficiência, termo criado por eles em 1992. O WBCSD define eco-eficiência como sendo:

o fornecimento de bens e serviços precificados de maneira competitiva, capazes de satisfazer às necessidades humanas e de contribuir para a qualidade de vida, ao mesmo tempo em que reduzem progressivamente os impactos ecológicos e o consumo de recursos durante todo o seu ciclo de vida, para níveis ao menos compatíveis com a estimada capacidade de carregamento da Terra.³⁷

Para Almeida (2002) é uma filosofia de gestão empresarial que incorpora a gestão ambiental. Pode ser considerada uma forma de responsabilidade ambiental corporativa que encoraja as empresas de qualquer setor, porte e localização geográfica a se tornarem mais competitivas, inovadoras e ambientalmente responsáveis. O principal objetivo da eco-eficiência é fazer a economia crescer qualitativamente fazendo mais com menos, ou ainda fornecendo mais serviços, função e valor, ao invés de transformar mais materiais em energia e resíduos.³⁸

³⁷ *Idem, Ibidem.*

³⁸ ALMEIDA, Fernando. *Op. cit.*, p.18.

De acordo com o testemunho de Graedel e Allenby (1995), o conceito de eco-eficiência instituído por Stephan Schmidheiny, conseguiu que as corporações que produzissem cada vez mais produtos duráveis e serviços, contabilizando continuamente, a redução de recursos e poluição.³⁹ Há seis razões que levaram a esta mudança de comportamento:

- os consumidores estão exigindo, cada vez mais, produtos limpos;
- a regulamentação ambiental está cada vez mais rígida;
- os trabalhadores, justamente os melhores, preferem trabalhar em empresas com responsabilidade ambiental;
- os bancos facilitam empréstimos à empresas que trabalham com a prevenção da poluição;
- o seguro das companhias com responsabilidade social são mais vantajosos;
- novos instrumentos econômicos – taxas, multas e tratados de permissão, estão obrigando as companhias a repensarem a responsabilidade ambiental.

Holliday, Schmidheiny e Watts (2002)⁴⁰ destacam quatro aspectos da eco-eficiência que a convertem em elemento estratégico indispensável na economia de hoje:

- a desmaterialização, que prevê a substituição de fluxos de materiais por fluxos de conhecimentos, produtos customizados ou personalizados.
- o fechamento dos ciclos de produção. Os Sistemas de produção estando fechados, não há geração de resíduos. O resíduos de um processo são matéria prima para outro.
- a ampliação dos serviços, personalizando-os. Propor, por exemplo, aluguel de bens duráveis aos clientes;

³⁹ GRAEDEL, T. E.; ALLENBY, B. R. *Op. cit.*, p.17.

⁴⁰ HOLLIDAY, Charles O.; SCHMIDHEINY, Stephan; WATTS, Phillip. *Op. cit.*, p.18.

- a ampliação funcional: vender produtos mais “inteligentes”, com maiores capacidades funcionais.

Como colocar em prática o conceito de eco-eficiência, de acordo com as recomendações do WBCSD? Conforme Almeida (2002), a empresa pode viabilizá-lo através de quatro instrumentos:

- o sistema de gestão ambiental. Implementando-o, a empresa deve formalizar uma política de gestão baseada em prevenção da poluição, atender requisitos aplicáveis e procurar melhoria contínua. O sistema deve ser avaliado através de auditorias periódicas;
- a certificação ambiental, que é o reconhecimento por parte de organismos credenciados, de que o sistema de gestão ambiental está de acordo com padrões reconhecidos, como por exemplo a norma NBR ISO 14001;
- a análise de ciclo de vida (ACV), ferramenta a ser detalhada no item 1.4;
- os processos de produção mais limpa (P+L), esta metodologia que visa reduzir ou eliminar a poluição durante o processo de produção. É necessário obedecer a três etapas para esse fim: *Housekeeping* (arrumação da casa), que exige pouco ou nenhum investimento e em geral tem retorno imediato ou em curto prazo. A segunda etapa exige mudanças no processo de produção, com baixo ou médio investimento e retorno em curto ou médio prazo. Finalmente, a terceira etapa incorpora mudanças tecnológicas e/ou de projeto de produto, sendo que o investimento econômico é de médio a grande e o retorno é a médio e longo prazo.⁴¹

⁴¹ ALMEIDA, Fernando. *Op. cit.*, p.18.

Buscar a eco-eficiência é, portanto, um processo ininterrupto de melhoria contínua. Mais do que um destino a ser alcançado, a eco-eficiência é um caminho a ser percorrido.⁴² A intensificação dos esforços pela eco-eficiência, portanto, exigirá um novo contrato entre a sociedade, os governos e as empresas.⁴³

1.3.2 Ecologia industrial

A ecologia industrial busca a aproximar a indústria do meio ambiente, auxiliando na avaliação e minimização de impactos. Ela envolve projeto de processo e produto numa perspectiva de competitividade de produto e interação ambiental na busca da sustentabilidade. A ecologia industrial é preventiva, voltada para o futuro.

Tabela 2 - Aspectos da interação entre indústria e meio ambiente

Atividade	Tempo
Remediação	Passado
Tratamento, estocagem, disposição	Presente
Ecologia Industrial	Futuro

FONTE: (GRAEDEL E ALLENBY, 1995).⁴⁴

É possível entender melhor a ecologia industrial comparando-a à ecologia biológica. Segundo Graedel e Allenby (1995), ciclos materiais são associados aos postulados primitivos dos ciclos biológicos da história dos primórdios da terra, conforme Fig.1:

⁴² *Idem, ibidem.*

⁴³ HOLLIDAY, Charles O.; SCHMIDHEINY, Stephan; WATTS, Phillip. *Op. cit.*, p.18.

⁴⁴ GRAEDEL, T. E.; ALLENBY, B. R. *Op. cit.*, p.17.

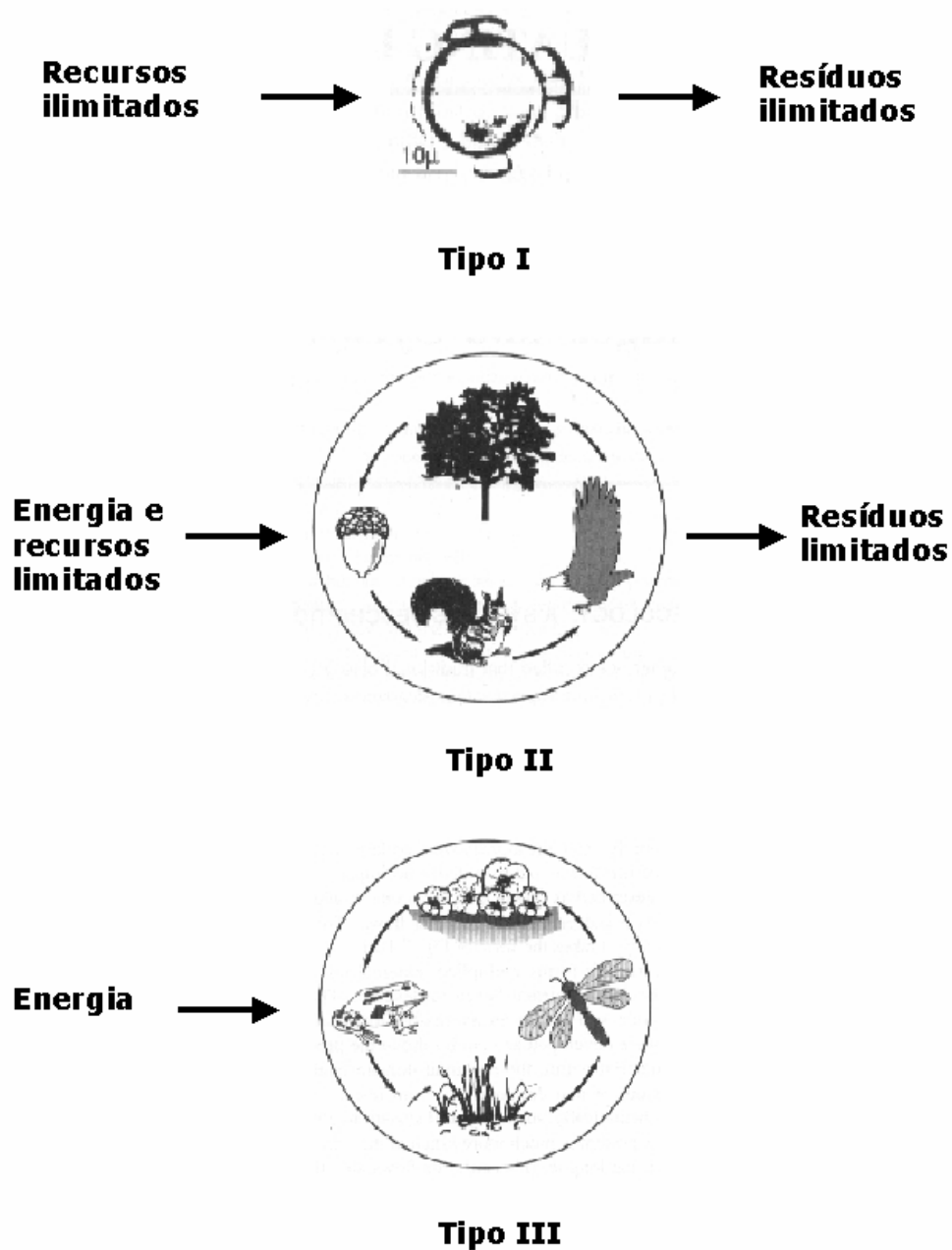


Figura 1 – Ciclos biológicos da natureza

- Tipo I – linear. O fluxo de material de um estágio para outro é independente de todos os outros fluxos; na entrada os recursos são ilimitados, na saída os resíduos são ilimitados;

- Tipo II – quase-cíclico. A multiplicação das formas de vida e a evolução do sistema biótico como alternativa para o fluxo linear de materiais, retroalimentação e ciclos fechados fizeram o sistema mudar; a entrada de recursos e energia é limitada, como a saída de resíduos. Apesar de ser mais eficiente que o primeiro, não é sustentável (fluxos em uma direção);
- Tipo III – cíclico. Seu fluxo é sustentável. Os recursos e os resíduos são indefinidos, sendo o resíduo de um processo o recurso de outro.

A Ecologia industrial propõem-se acompanhar a evolução das indústrias do tipo I para o tipo II e finalmente para o tipo III, através do entendimento e da otimização das inter-relações dos processo e fluxos envolvidos, ou seja, a transformação de atividades industriais a partir de sistemas não sustentáveis em sistemas que se assemelham mais e mais a ciclos fechados ou sustentáveis.⁴⁵

Neste contexto, fazem parte do processo industrial quatro elementos distintos: o extrator ou produtor do material, o processador ou transformador de materiais, o usuário e o reciclador.⁴⁶ É através da reflexão e reavaliação dos processos de produção, pois, que as empresas tornam-se mais responsáveis ambientalmente.

A ecologia industrial pode ser dividida em dois grandes blocos: ecologia industrial específica e ecologia industrial genérica. Na primeira parte são avaliados produtos específicos através de métodos genéricos conhecidos como análise do ciclo de vida de produtos (ACV), que será apresentado a seguir.

Na parte genérica, depois do fluxo de material e dos impactos ambientais de um produto ou processo terem sido avaliados, são planejadas as estratégias de implementação. A

⁴⁵ GRAEDEL, T. E.; ALLENBY, B. R. *Op. cit.*, p.17.

⁴⁶ sempre considerando que o resíduo não tem nenhum valor comercial e que se pode ser usado em outro processo não é resíduo, é matéria prima.

técnica usada para esse fim é o “*design for environment*” (DFE), também conhecido como “*eco-design*”.⁴⁷

O DFE desenha produtos para a indústria considerando a funcionalidade, o manuseio e o sistema, na busca pela maximização e reaproveitamento dos materiais. Esta etapa contempla os aspectos ambientais em todos os estágios do desenvolvimento de um produto, colaborando para reduzir o impacto ambiental e social durante o seu ciclo de vida. Em situações ideais, processo e produto são desenvolvidos e introduzidos juntos para possibilitar uma integração maior de todas as operações industriais.⁴⁸

Algumas das variáveis consideradas no desenvolvimento do *eco-design* são: eficiência energética, escolha de materiais de acordo com sua toxicidade e disponibilidade, origem dos materiais, minimização de emissões e consumo, embalagem, transporte, instalação, manutenção, reciclagem, emissões no consumo, etc.

A ecologia industrial reconhece a necessidade da evolução contínua da tecnologia e o desenvolvimento de tecnologias ambientalmente apropriadas como um componente crítico para a transição para um mundo sustentável. O ponto fundamental é que, em qualquer tempo, a implementação da ecologia industrial e respectiva migração para o desenvolvimento sustentável envolverá mudanças culturais, religiosas, políticas e sociais difíceis e significativas.⁴⁹

1.4 Análise do ciclo de vida de produtos (ACV)

Compreender de onde vieram as matérias-primas utilizadas, para onde irão os produtos fabricados, os subprodutos e os resíduos de processo, bem como os efeitos das emissões

⁴⁷ GRAEDEL, T. E.; ALLENBY, B. R. *Op. cit.*, p.17.

⁴⁸ GRAEDEL, T. E.; ALLENBY, B. R. **Design for environment**. New Jersey: Prentice-Hall, 1996.

⁴⁹ GRAEDEL, T. E.; ALLENBY, B. R. *Op. cit.*, p.17.

geradas para o meio ambiente, ou seja, entender o ciclo de vida de um produto através da contabilização de todas as correntes de entradas e saídas de uma cadeia de processos, é um passo de fundamental importância para um gerenciamento sustentável.

Visando este resultado, começaram a surgir as primeiras metodologias de ACV no mundo.

Segundo Chehebe (1998), os primeiros estudos de ACV tiveram início em 1965, quando a Coca-Cola financiou uma pesquisa realizada pelo MRI (*Midwest Research Institute*) com o objetivo de comparar diferentes tipos de embalagens para refrigerante e determinar qual deles era mais adequado do ponto de vista ambiental. A metodologia utilizada neste estudo ficou conhecida como REPA (*Resource and Environmental Profile Analysis*), e foi aperfeiçoada em 1974, pelo MRI durante a realização de um estudo para a agência de proteção ambiental americana – EPA (*Environmental Protection Agency*). Posteriormente foi desenvolvido na Europa, um procedimento similar conhecido como Ecobalanco (*Ecobalance*).⁵⁰

Em 1984, inspirados pelo REPA, o Instituto Suíço EMPA (*Swiss Federal Laboratories for Testing and Research*), por solicitação do Ministério de meio ambiente suíço, tornou publico um banco de dados de ciclo de vida de uma série de materiais ou contribuindo para a popularização da metodologia. Versões aprimoradas da metodologia ou dos bancos de dados foram publicadas pelo EMPA em 1991 e em 1998. Outras fontes públicas de dados que promovem o desenvolvimento da técnica de ACV foram a de Franklin Associates, nos EUA e os estudos realizados por Ian Boustead na Inglaterra para a AMPE – *Association of Plastics Manufacturers in Europe*, enfocando resinas plásticas.⁵¹

⁵⁰ CHEHEBE, José Ribamar B. **Análise do ciclo de vida de produtos**: ferramenta gerencial da ISO 14000. Rio de Janeiro: Qualitymark Ed., 1998.

⁵¹ MOURAD, Anna Lúcia; GARCIA, Eloísa E. C.; VILHENA, André. **Avaliação do ciclo de vida**: princípios e aplicações. Campinas: CETEA/CEMPRE, 2002.

Neste período, várias metodologias foram desenvolvidas, tais como a de Graedel e Allenby(1995), na visão da Ecologia Industrial, que utiliza matrizes, o sistema VNCI - desenvolvido pela indústria química da Holanda e o sistema EPS IVL/Volvo – da Suécia. A proliferação de estudos de ACV dos produtos sem uma metodologia padronizada levou a certos exageros que quase chegaram a comprometer a imagem da ferramenta, principalmente devido ao potencial de marketing e de alguns estudos tendenciosos realizados e levados a público, causando impacto no mercado de produtos concorrentes.⁵²

De acordo com Mourad, Garcia e Vilhena, (2002), esses fatos evidenciaram a necessidade urgente de padronização da metodologia e do estabelecimento de critérios rígidos que disciplinassem a forma como estudos desse tipo deveriam ser conduzidos e levados ao conhecimento público.⁵³ O primeiro documento com esta finalidade, e que mais tarde subsidiou os trabalhos de normatização internacional da ISO, foi o *Setac – Guideliness for life cycle assessment: a code of practice*,⁵⁴ desenvolvido a partir de nove conferências internacionais promovidos pelo *Setac – Society of Environmental Toxicology and Chemistry*, entre os anos de 1990 e 1993.⁵⁵

Segundo Krähling (1999), não há dúvida de que a padronização da metodologia de avaliação de ciclo de vida foi decisiva para a aceitação e a significância desta ferramenta no futuro. Em 1997, seus mais importantes princípios e requerimentos gerais foram estabelecidos pela norma internacional ISO 14040.⁵⁶

⁵² GRAEDEL, T. E.; ALLENBY, B. R. *Op. cit.*, p.17.

⁵³ MOURAD, Anna Lúcia; GARCIA, Eloísa E. C.; VILHENA, André. *Op. cit.*, p.35.

⁵⁴ A Setac, sociedade de química e toxicologia ambiental, publicou o guia para avaliação do ciclo de vida: um código de práticas.

⁵⁵ MEIO AMBIENTE INDUSTRIAL. **A Aplicação da análise de ciclo de vida no Brasil**. São Paulo: Ed. Tocalino, n. 41, p. 72-80, mar./abr. 2003..

⁵⁶ KRÄHLING, H. **Life cycle assessments of pvc products: green guides to ecological sustainability**. Bonn: Ecomed Publishers, Vol. 6, 1999.

A Norma ISO 14040 foi internalizada no Brasil pela ABNT, em novembro de 2001, por meio da atuação do CB-38, o que certamente irá popularizar sua aplicação no Brasil.⁵⁷

Normas mais detalhadas, relacionando os níveis individuais da avaliação de ciclo de vida já foram publicadas, tais como:

Tabela 3 – Normas da série ISO 14040

Norma	Nome	Publicação
ISO 14041	<i>Environmental Management – Life Cycle Assessment – Goal and Scope Definition and Inventory Analysis</i>	1998
ISO 14042	<i>Environmental Management – Life Cycle Assessment – Life Cycle Impact Assessment</i>	2000
ISO 14043	<i>Environmental Management – Life Cycle Assessment – Life Cycle Interpretation</i>	2000

Mourad, Garcia e Vilhena (2002),⁵⁸ afirmam que a série também contém três relatórios técnicos, exemplificando a utilização das normas relativas à ACV:

Tabela 4 – Relatórios técnicos da série ISO 14040

Norma	Nome	Publicação
ISO TR 14047	<i>Illustrative examples on how to apply ISO 14042 – Life Cycle Impact Assessment. (Technical report)</i>	Aprovado para publicação em 15/06/2001
ISO TR 14048	<i>Environmental Management – Life Cycle Assessment – LCA data documentation format. (Technical report)</i>	Texto em desenvolvimento
ISO TR 14049	<i>Environmental Management – Life Cycle Assessment – Examples for application of ISO 14041 to goal scope definition and inventory analysis (Technical report)</i>	2000

⁵⁷ ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR ISO 14040:** Gestão ambiental – avaliação do ciclo de vida – princípios e estrutura. Rio de Janeiro, ABNT, 2001.

⁵⁸ MOURAD, Anna Lúcia; GARCIA, Eloísa E. C.; VILHENA, André. *Op. cit.*, p.35.

A ACV estuda os aspectos ambientais (como por exemplo, a utilização de energia, matérias-primas, emissões de CO₂, etc.) e os impactos potenciais (efeito estufa, chuva ácida, nutrificação do solo e água), através do ciclo de vida de produto (ou seja, do berço ao túmulo), da aquisição de matérias-primas à produção, uso e disposição. A categoria geral de impactos ambientais inclui considerações necessárias ao uso de recursos, saúde humana e conseqüências ecológicas.

1.4.1 Metodologia

Segundo a norma NBR ISO 14040,⁵⁹ um estudo de ACV é dividido em quatro fases:

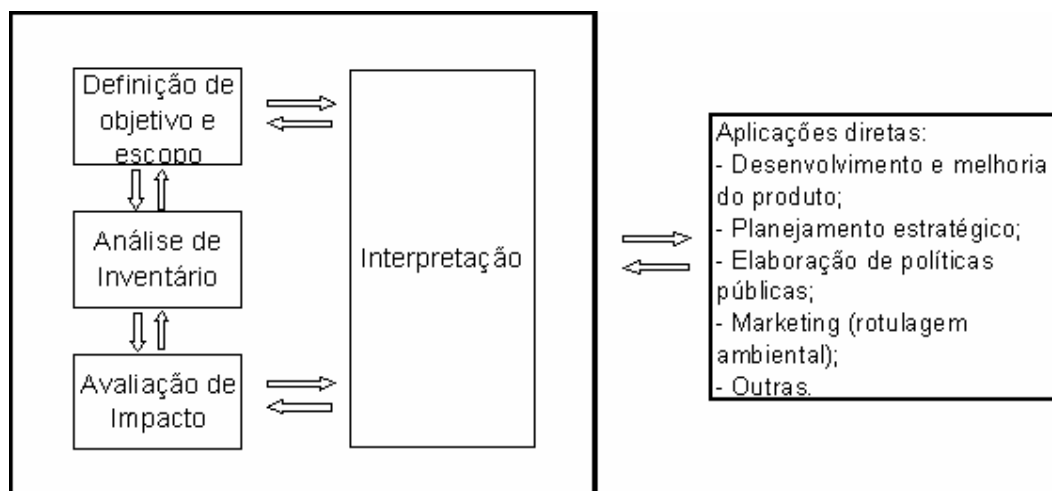


Figura 2 - Fases de um ACV (ABNT NBR ISO 14040, 2001)

- definição de objetivo e escopo:

esta fase corresponde ao planejamento do estudo que deve estar claramente definido pois toda a modelagem do estudo depende dele. É necessário saber a quem o estudo se destina, se os resultados serão de uso interno ou divulgados, se fornecerá subsídio à

⁵⁹ ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. Op cit., p. 37.

legislação ou se visará um programa de rotulagem ambiental. Quais serão as fronteiras do estudo, ou seja, quais processos e atividades serão incluídos ou excluídos da análise. Quais as categorias de impacto a serem avaliadas, os dados e a validação da qualidade dos dados a serem utilizados no estudo? Que definição da unidade funcional será considerada? A unidade funcional é uma referência com a qual as entradas e saídas do sistema serão relacionadas e que permitirá a expressão dos resultados.

- análise de inventário:

o inventário de ciclo de vida de um produto - ICV, é a fase que contempla o levantamento, a compilação e a quantificação das entradas e saídas de um dado sistema em termos de energia, recursos naturais e emissões para água, terra e ar, considerando as categorias de impacto e as ferramentas definidas, com resultados ponderados pela unidade funcional.

- avaliação de impacto ambiental:

é uma etapa que avalia a intensidade e o significado das alterações potenciais sobre o meio ambiente associadas ao consumo de recursos naturais, de energia e da emissão das substâncias relativas ao ciclo de vida do produto em estudo. A avaliação de impacto pode incluir três etapas: classificação, caracterização e ponderação. As duas primeiras são as etapas científicas, enquanto que a última inclui julgamentos subjetivos, políticos ou normativos. De acordo com a norma **NBR ISO 14040** (2001),⁶⁰ não há nenhuma metodologia aceita de forma geral e irrestrita para a associação consistente. Há necessidade de dados de inventário com impactos potenciais específicos.

⁶⁰ *Idem, ibidem.*

- interpretação:

nesta fase, os resultados da análise de inventário e/ou avaliação de impacto são relacionados ao objetivo e ao escopo do estudo para se chegar às conclusões e recomendações. As conclusões da ACV visam indicar melhorias ambientais por meio de identificação, avaliação e seleção de opções que permitam atingir esse fim.

Quando os resultados da ACV destinam-se à comunicação a qualquer terceira parte, isto é, parte interessada que não seja o solicitante ou o executante do estudo, independentemente da forma de comunicação, deve ser preparado um relatório de terceira parte. Esta análise crítica, realizada por especialistas independentes, pode facilitar a compreensão e aumentar a credibilidade de estudos de ACV.

Também é importante citar que a relevância do resultado é ainda mais acentuada para os fatores ambientais críticos à região onde se aplica a ACV (como por exemplo local com muita pouca água, concentração de flora ou fauna versus chuva ácida, etc).

A avaliação de ciclo de vida é, então, uma importante ferramenta de eco-eficiência e ecologia industrial, que permite, através de balanços ambientais, avaliar os aspectos e impactos ambientais em cada fase da vida de um produto.

CAPÍTULO 2: O PVC E O DESAFIO DA SUSTENTABILIDADE

2.1 PVC, o plástico versátil

Segundo Boustead (1998), de todos os termoplásticos sintéticos, o policloreto de vinila (PVC) é provavelmente um dos polímeros, utilizados atualmente, com o mais antigo “pedigree”. A primeira produção do monômero de cloreto de vinila ocorreu em 1835 por Regnault na França e a primeira polimerização ocorreu em 1872 por Baumann, que expôs tubos fechados contendo o monômero à luz do sol. As primeiras patentes para a produção de PVC foram obtidas em 1912 nos EUA, sendo que os primeiros países a produzirem em plantas pilotos foram a Alemanha e os EUA no começo dos anos 30.⁶¹ A produção e a utilização em massa do PVC, entretanto, tiveram início entre os anos 50 e 60.⁶²

O PVC é um dos plásticos mais comuns nos dias de hoje, sendo o segundo em volume de produção, atrás do polietileno.⁶³ Sua principal matéria-prima, é o sal marinho, um recurso natural considerado inesgotável, que corresponde a 57% da composição do polímero. Os 43% restantes, são de etileno, proveniente da nafta do petróleo ou do gás natural. O policloreto de vinila (PVC) é um material constituído por um polímero sintético de fórmula $\text{CH}_2=\text{CHCl}$. O PVC tem, assim, a mesma estrutura que o polietileno, com exceção da presença de cloro.

⁶¹ BOUSTEAD, I. **Eco-profiles of the European plastics industry. Report 6: Polyvinyl Chloride.** Brussels: Association of Plastics Manufacturers in Europe – APME, 2nd edition, 1998.

⁶² COMISSÃO DAS COMUNIDADES EUROPEIAS. **Livro verde:** aspectos ambientais do PVC. Bruxelas: Serviço da Publicações Oficiais das comunidades Européias, 2000. Disponível em: <<http://europa.eu.int/comm/environment/waste/pvc/pt.pdf>>. Acesso em: 28 dez. 2003.

⁶³ GREENPEACE. **What's wrong with PVC?** The science behind a phase-out of polyvinyl chloride plastics. [1997]. Disponível em: <<http://www.Greenpeace.org>>. Acesso em: 29 dez. 2003.

Cerca de 35% do cloro resultante do setor da eletrólise dos cloretos alcalinos destinam-se ao PVC, constituindo, assim, a sua maior utilização isolada.⁶⁴

2.1.1 O PVC e suas aplicações

Os benefícios do PVC incluem excelentes propriedades de barreira para água, resistência mecânica combinada com baixos pesos, resistência química, não combustão inerente (auto-extinguível), propriedades de isolamento elétrico e versatilidade.⁶⁵

A tabela 5 apresenta as principais aplicações do PVC na Europa e respectiva percentagem de utilização global. Suas muitas aplicações são caracterizadas por uma grande variedade de duração, que oscila entre vários meses e mais de 50 anos, no caso de alguns produtos de construção. As principais aplicações do PVC, na Europa, estão no setor da construção, responsável por 57% das utilizações, sendo também neste setor que os produtos têm os tempos de vida médios mais prolongados.⁶⁶

De acordo com Wiebeck e Piva (1999), a divisão do consumo de PVC por aplicação, no Brasil, é resumida em: 57% para tubos e conexões, 14% para laminados rígidos e flexíveis, 7% em calçados, 6% em embalagens, 6% em fios e cabos, 4% em perfis e 6% em outras aplicações específicas.⁶⁷

⁶⁴ COMISSÃO DAS COMUNIDADES EUROPEIAS. *Op. Cit.*, p. 41.

⁶⁵ EVERARD, Mark; MONAGHAN, Mike; RAY, Diana. . *Op. Cit.*, p. 22.

⁶⁶ COMISSÃO DAS COMUNIDADES EUROPEIAS. *Op. Cit.*, p. 41.

⁶⁷ WIEBECK, Hélio; PIVA, Ana Magda. **Reciclagem mecânica do PVC: uma oportunidade de negócios**. São Paulo: Instituto do PVC, 1999.

Tabela 5 - Principais categorias de utilização do PVC na Europa (1999)

Utilização/aplicação	Porcentagem	Tempo de vida médio (anos)
Construção	57	10 a 50
Embalagens	9	1
Mobiliário	1	17
Outros aparelhos domésticos	18	11
Equipamentos elétrico – eletrônicos	7	21
Veículos automóveis	7	12
Outras	1	2 a 10

Fonte: (COMISSÃO DAS COMUNIDADES EUROPEIAS, 2000).

2.1.2 Processos de produção do PVC

O sal é processado em solução para produzir cloro, enquanto o óleo é craqueado para produzir etileno. Etileno e cloro são então combinados para produzir dicloroetileno (EDC), o qual é posteriormente processado para produzir o monômero do cloreto de vinila (VCM). O VCM é então polimerizado para produzir o policloreto de vinila (PVC), sob a forma de um pó branco.⁶⁸

Na produção do PVC, são utilizados dois processos fundamentais: a polimerização do VCM em suspensão (aproximadamente 80%) e a polimerização em emulsão. A produção do VCM a partir do etileno e do cloro, ou do etileno e do HCl, respectivamente, é em grande parte realizada em processos industriais fechados. Podem verificar-se emissões de cloro, etileno, 1,2-dicloroetano, HCl, VCM e subprodutos clorados, incluindo dioxinas, para o ambiente de trabalho ou o ambiente exterior (ar e água). Vários destes produtos químicos são substâncias tóxicas bem conhecidas, sendo, por conseguinte, necessárias medidas rigorosas de controle das emissões por parte das empresas produtoras de resina de PVC. Esses processos nem sempre ocorrem nos mesmos locais de produção, desta forma, materiais intermediários

⁶⁸ EVERARD, Mark; MONAGHAN, Mike; RAY, Diana. . *Op. Cit.*, p. 22.

como o VCM e o EDC são transferidos entre fábricas.⁶⁹ Há várias diretivas comunitárias aplicáveis aos processos de produção do PVC e do VCM.⁷⁰

Tal como em outros setores da indústria química, os processos de produção foram sendo continuamente aperfeiçoados ao longo dos anos. Determinaram-se as melhores tecnologias disponíveis para a produção de VCM e PVC em suspensão, que levaram à adoção de uma série de valores-limite de emissão relevantes nas decisões da OSPAR - Convenção para a Proteção do Meio Marinho do Atlântico Nordeste.⁷¹

A produção mundial de PVC excede, atualmente, as 27 milhões de toneladas por ano⁷² – em 1965 eram apenas de 3 milhões –, o que corresponde a cerca de um quinto da produção total de plásticos. O PVC é, por conseguinte, um dos materiais sintéticos mais importantes. A sua produção encontra-se, sobretudo, localizada nos EUA, na Europa Ocidental e na Ásia. Em 1998, a produção da Europa Ocidental foi de 5,5 milhões de toneladas (cerca de 26% da produção mundial). As taxas médias de crescimento da produção de PVC, nos últimos anos, têm variado entre 2 e 10%, com diferenças consoante as regiões (mais elevadas na Ásia, mais baixas na Europa) e as aplicações (mais elevadas para o PVC rígido, mais baixas para o flexível). Os preços do PVC virgem são extremamente cíclicos devido às variações da oferta e da procura e dos preços das matérias-primas.⁷³

⁶⁹ EVERARD, Mark; MONAGHAN, Mike; RAY, Diana. *Op. Cit.*, p. 22.

⁷⁰ COMISSÃO DAS COMUNIDADES EUROPEIAS. *Op. Cit.*, p. 41.

⁷¹ *Idem, Ibidem.*

⁷² NUNES, Luciano Rodrigues, concepção e org.; RODOLFO Jr., Antônio, coord. NUNES, Luciano Rodrigues; RODOLFO Jr., Antônio, ORMANJI, Wagner; **Tecnologia do PVC**. Consultoria e revisão técnica: Elias Hage Jr., Eliezer Gibertoni, José Augusto Marcondes Agnelli, Luiz Antônio Pessan. São Paulo: ProEditores/Braskem, 2002.

⁷³ COMISSÃO DAS COMUNIDADES EUROPEIAS. *Op. Cit.*, p. 41.

2.1.3 Compostos de PVC

O PVC é um polímero muito versátil, com aplicação variada que exige distintas propriedades mecânicas. O que distingue o PVC dos demais polímeros é a aditivação e a presença de cloro. A resina de PVC aditivada, ou combinada com uma ampla gama de aditivos, é conhecida como composto de PVC. Estabilizantes, lubrificantes, auxiliares de processo, cargas, modificadores de impacto, pigmentos, plastificantes, e outros aditivos incorporados à resina de PVC, além de lhe possibilitarem a processabilidade, conferem propriedades específicas para algumas aplicações.

O uso de estabilizantes e plastificantes (principalmente ftalatos) em quantidades bastante elevadas constitui uma característica específica do fabrico de PVC, em comparação com outros tipos de plástico. Todos os outros tipos de aditivos são igualmente utilizados, em graus variáveis, nos outros materiais plásticos.⁷⁴

A principal distinção entre as numerosas aplicações dos compostos de PVC são os compostos rígidos e os compostos flexíveis. A flexibilidade é conferida mediante a incorporação de plastificantes, que será discutida com mais detalhes no item 2.1.5.

Segundo a COMISSÃO DAS COMUNIDADES EUROPEIAS (2000), o “PVC rígido” correspondente a cerca de dois terços da utilização total e o “PVC flexível” é equivalente a cerca de um terço dela.⁷⁵

2.1.4 Estabilizantes

Os estabilizantes são um dos principais alvos de críticas de organizações verdes, especialmente pelo fato de grande parte serem à base de metais pesados. Eles são adicionados

⁷⁴ *Idem, ibidem.*

⁷⁵ *Idem, ibidem.*

ao polímero de PVC com o intuito de prevenir a degradação provocada pelo calor e a luz ultravioleta que dão origem a uma perda de cloro sob a forma de ácido clorídrico (HCl). Utilizam-se diferentes tipos de estabilizantes cujo teor, no produto acabado, varia de acordo com os requisitos técnicos da aplicação pretendida.

Os estabilizantes a base de chumbo são os mais utilizados atualmente, em especial o sulfato e o fosfito de chumbo. Em 1998 foram utilizadas, na Europa, cerca de 112 000 toneladas de estabilizantes, contendo aproximadamente 51 000 toneladas de chumbo metálico, o que equivale a 70% do consumo global de estabilizantes. Com um consumo de chumbo próximo dos 1,6 milhões de toneladas na Europa, em 1995, os estabilizantes a base de chumbo correspondem, deste modo, a cerca de 3% do consumo total, usados principalmente em tubulações, perfis e cabos.⁷⁶

Os estabilizantes a base de cádmio ainda são utilizados por alguns fabricantes nos caixilhos de janelas em PVC, onde a sua utilização ainda é permitida pela legislação comunitária. Na Europa, a utilização do cádmio diminuiu muito, de cerca de 600 t/a, em 1992, para 100 t/a, em 1997, e 50 t/a em 1998.⁷⁷

Em 1998, foram utilizadas na Europa cerca de 14 500 toneladas de estabilizantes sólidos à base de misturas de metais e 16 400 toneladas de estabilizantes líquidos, em que os sistemas cálcio/zinco e bário/zinco são os mais utilizados.⁷⁸

Os compostos organoestânicos, com um consumo de 15 000 toneladas, representam cerca de 9,3% do consumo europeu de estabilizantes. Vários tipos desses compostos, em especial misturas de mono- e di-organoestânicos, são utilizados principalmente em película de embalagem rígida, garrafas, coberturas de telhado e laminados de construção claros e rígidos.⁷⁹

⁷⁶ *Idem, ibidem.*

⁷⁷ *Idem, ibidem.*

⁷⁸ *Idem, ibidem.*

⁷⁹ *Idem, ibidem.*

Everard, Monaghan e Ray (2000) afirmam que estabilizantes a base de metais estão normalmente presentes no PVC em proporções de peso superiores a 2% sendo fisicamente ligados à matriz do PVC, não podem ser removidos facilmente.⁸⁰

Os compostos de chumbo, incluindo os usados no PVC, são quando em altas concentrações, em sua maioria, tóxicos para a reprodução, nocivos, perigosos para o ambiente (ecotóxicos) e apresentam perigo de efeitos cumulativos. O chumbo é persistente e alguns compostos de chumbo acumulam-se em determinados organismos. Os compostos de cádmio são nocivos e perigosos para o ambiente (ecotóxicos), dentre os quais alguns são tóxicos e cancerígenos (categoria 2). O cádmio é persistente e alguns de seus compostos também acumulam-se em determinados organismos. Os dados relativos aos compostos organoestânicos utilizados como estabilizantes no PVC revelam que o dioctil-estanho é tóxico para o sistema imunitário. Este efeito imunotóxico não foi observado nos outros compostos organoestânicos utilizados como estabilizantes do PVC (dimetil-estanho, dodecil-estanho, monobutil-estanho). Os compostos dioctilestânicos apresentam um possível risco ambiental em nível local, no meio aquático.⁸¹

Há que fazer uma distinção entre os perigos e os riscos das substâncias químicas. Até a presente data, não foram concluídas quaisquer avaliações exaustivas de riscos sobre a utilização dos compostos de cádmio e de chumbo como estabilizantes nos produtos em PVC. Uma avaliação de riscos sobre o cádmio e o óxido de cádmio está em fase de conclusão. Um estudo relacionado ao chumbo, será encomendado pelos serviços da Comissão.⁸² A toxicidade dos estabilizantes indicada pela União Europeia é para as substâncias puras e não para os produtos de PVC que o contém em pequenas quantidades.

⁸⁰ EVERARD, Mark; MONAGHAN, Mike; RAY, Diana. *Op. Cit.*, p. 22.

⁸¹ COMISSÃO DAS COMUNIDADES EUROPEIAS. *Op. Cit.*, p. 41.

⁸² *Idem, ibidem.*

Não existe qualquer legislação comunitária sobre a utilização de compostos de chumbo como estabilizantes. A Dinamarca, a Suécia, a Áustria e a Alemanha exigiram mais restrições, obrigatórias ou voluntárias, à utilização do chumbo e do cádmio, em especial como estabilizantes no PVC.⁸³ Eles já estão sendo substituídos por estabilizantes à base de cálcio e zinco e os estabilizantes orgânicos com estanho. Os estabilizantes à base de estanho não são aceitos na Europa como substitutos ao chumbo e ao cádmio. Os compostos de cálcio e zinco apresentam, sem dúvida, menor risco do que os compostos de chumbo e cádmio e não são, atualmente, classificados como perigosos. Razões técnicas (qualidade dos produtos, normas, requisitos de ensaio) e econômicas (custos mais elevados) são barreiras atualmente, à substituição geral dos estabilizantes nocivos. Prevê-se que, nos próximos anos, a diferença de preço entre os estabilizantes a base de chumbo e os estabilizantes a base de cálcio-zinco diminua em consequência das novas capacidades de produção que estão sendo viabilizadas. Os estabilizantes com estanho têm propriedades menos favoráveis em termos ambientais e humanos.⁸⁴

Novas fórmulas livres de chumbo e a base de sistemas de cálcio e zinco estão sendo desenvolvidas. Leadbitter (2002) comenta que estão emergindo os estabilizantes de base orgânicos (OBS), que foram desenvolvidos a pedido da *Hydro Polymers* que fez uma parceria com a *Ciba additives GmbH* e a produtora de tubos *Wavin*.⁸⁵

Companhias de água ao longo da Europa usam tubos de PVC estabilizados com chumbo, há pelo menos 30 ou 35 anos. Exaustivos testes conduzidos pelas indústrias e autoridades reguladoras concluíram que o estabilizante em questão apresenta um perigo negligenciável à saúde humana quando usado em tubos rígidos de PVC para água potável. Ademais, no passado, tubulações metálicas de chumbo eram utilizadas para este fim.⁸⁶

⁸³ *Idem, ibidem.*

⁸⁴ *Idem, ibidem.*

⁸⁵ LEADBITTER, Jason. PVC and sustainability. *Op. Cit.*, p. 22.

⁸⁶ NORSK HYDRO A. S. **PVC and the environment 96**. Oslo, Norway, 1995. ISBN82-90861-32-X.

2.1.5 Plastificantes

Os plastificantes são compostos de baixo peso molecular que se misturam com a matriz polimérica e são necessários para fabricar produtos em PVC flexível.

Na Europa Ocidental produz-se cerca de um milhão de toneladas de ftalatos por ano e aproximadamente 900 000 toneladas são utilizadas para plastificar o PVC. Em 1997, 93% dos plastificantes do PVC eram ftalatos. Os mais comuns são o ftalato de bis(2-etil-hexilo) (DEHP),⁸⁷ o ftalato de di-isodecilo (DIDP) e o ftalato de di-isononilo (DINP). As quantidades de plastificantes adicionados ao polímero de PVC variam consoante as propriedades requeridas. Dependendo da utilização final, o teor de plastificantes varia entre 15 e 60%, rondando, nas aplicações mais flexíveis, os 35 a 40%.⁸⁸

Outros plastificantes, em especial os adipatos, os trimelitados, os organofosfatos e o óleo de soja epoxidado, também podem ser utilizados como amaciadores no PVC, mas representam apenas uma pequena fração dos plastificantes usados.⁸⁹

As avaliações de risco da UE sobre cinco ftalatos estão próximas da sua conclusão: ftalato de dibutil (DBP), DEHP, DINP, DIDP e ftalato butil benzil (BBP). A publicação final da avaliação de risco sobre o DEHP é esperada para o início de 2004.⁹⁰

O DEHP, o DINP e o DIDP têm um potencial de bioacumulação. As avaliações de riscos chegaram à conclusão de que não havia preocupação quanto à potencial acumulação de DBP, DINP e DIDP, enquanto os potenciais efeitos no ambiente estão ainda a ser avaliados para o DEHP e o BBP. Os ftalatos de cadeia longa têm pouca biodegradabilidade nas condições normais de tratamento das águas residuais e só se degradam parcialmente nas

⁸⁷ O DEHP também é conhecido por DOP (Di-octil ftalato).

⁸⁸ COMISSÃO DAS COMUNIDADES EUROPEIAS. *Op. Cit.*, p. 41.

⁸⁹ *Idem, ibidem.*

⁹⁰ **VINIL 2010. Desenvolvimento sustentado:** Relatório de progresso 2003. Bruxelas: Conselho Europeu dos produtores vinílicos – ECVI, Conselho Europeu para plastificantes e intermediários – ECPI, Associação dos produtores Europeus de estabilizantes – ESPA e Transformadores Europeus de plásticos – EuPC, abr., 2003. Disponível em: <<http://www.vinyl2010.org>>. Acesso em: 29 dez. 2003.

estações normais de tratamento de lixiviados e águas residuais, onde se acumulam nos sólidos em suspensão. Cientistas ainda estudam o efeito de alguns ftalatos, bem como os seus metabólitos e produtos de degradação, podem causar efeitos nocivos na saúde humana (em especial no fígado e nos rins, no caso do DINP, e nos testículos, no caso do DEHP). As potenciais propriedades de perturbação do sistema endócrino estão sendo avaliadas (COMISSÃO DAS COMUNIDADES EUROPEIAS, 2000).⁹¹

Em fevereiro de 2000, o IARC – *International Agency for Research into Cancer* rebaixou a classificação do DEHP de 2B (possível cancerígeno para humanos) para 3 (não cancerígeno para humanos), pelo fato de ter sido comprovado que o mecanismo através do qual o DEHP causa câncer em ratos não é relevante para humanos (PLASTICS ADDITIVES & COMPOUNDING, June, 2002).⁹²

2.2 PVC, um material questionado

O PVC é um material polêmico, muitas vezes atacado e apontado como vilão, outras vezes defendido e elogiado. A discussão veio à tona quando a organização não governamental *Greenpeace*, no início dos anos 90, começou a debater o tema em alguns países da Europa e lançou uma campanha mundial para banir o PVC.

2.2.1 A polêmica em relação ao PVC

Segundo Leadbitter (2002), a maioria dos debates é focada na inclusão do cloro – “o elemento do diabo”, segundo o *Greenpeace*, que gostaria de ver “o por do sol” para toda a química do cloro. Os argumentos estão relacionados às grandes consequências ou danos

⁹¹ COMISSÃO DAS COMUNIDADES EUROPEIAS. *Op. Cit.*, p. 41.

⁹² PLASTICS ADDITIVES & COMPOUNDING. **Health and environmental impact of phthalates**. Oxford: Elsevier, volume 4, issue 6, June, 2002, p.28-29.

ambientais como a destruição da camada de ozônio, causada primariamente pelos clorofluorcarbonos. A persistência de químicos sintéticos tais como os PCB's (Bisfenilas polícloradas) e a produção não intencional de dioxinas e furanos de processos industriais, também causam polêmica. O uso de aditivos como os estabilizantes a base de metais pesados e de plastificantes como os ftalatos que se tornaram polêmicos em razão da eventualidade de provocarem efeitos de disfunções hormonais também é uma questão polêmica. Um dos pontos mais importantes está relacionado ainda à disposição final dos resíduos de PVC.⁹³

Em 2000 foi publicado o livro **Pandora's Poison**, que teceu críticas severas à indústria global do cloro. Seu autor, um coordenador de pesquisas do *Greenpeace*, baseado no princípio da precaução, propõe a eliminação do uso de químicos derivados do gás cloro, como no caso do PVC (BOOZ ALLEN; HAMILTON, 2001a).⁹⁴

De acordo com Everard, Monaghan e Ray (2000), o PVC é um material controverso e tem sido atacado, principalmente pelo *Greenpeace*, que o considera “inerentemente insustentável” e deveria ser eliminado assim que possível.⁹⁵ As maiores inquietudes do *Greenpeace* estão relacionadas com:

- a emissão de substâncias tóxicas, especialmente organoclorados, associados com a produção, uso e disposição de produtos de PVC;
- a necessidade de muitos aditivos e
- a dificuldade secundária em reciclar e/ou dispor resíduos de produto em PVC e, consequentemente, sua acumulação no meio ambiente.

Segundo o próprio *Greenpeace* [1997], o PVC é uma ampla fonte de quantidade e variedade de químicos carcinogênicos, causadores de disfunções hormonais e outros químicos

⁹³ LEADBITTER, Jason. *Op. cit.*, p. 22.

⁹⁴ BOOZ ALLEN; HAMILTON. **Assessment of environmental issues associated with the PVC industry and with Amanco's role in it**: Grupo AMANCO – Executive summary. San Jose, May, 2001. (Documento interno).

⁹⁵ EVERARD, Mark; MONAGHAN, Mike; RAY, Diana. *Op. Cit.*, p. 22.

tóxicos. Não pode fazer parte de uma sociedade ecológica e deve ser rapidamente substituído. O *Greenpeace* alega que todos os estágios do ciclo de vida do PVC envolvem descargas químicas. Sua produção utiliza muitos químicos tóxicos, tanto como matérias-primas quanto aditivos para torná-lo usável. Há também as emissões das várias etapas dos processos de fabricação. Os aditivos podem ser lixiviados durante o uso e o PVC não pode ser disposto sem problemas de poluição ambiental.⁹⁶

O *Greenpeace* justifica o que há de errado com o PVC no relatório **What's wrong with PVC** e se concentra em duas famílias de químicos emitidas durante o ciclo de vida do produto: as dioxinas e os ftalatos, embora alerte ainda, para outras emissões perigosas, como metais pesados, VCM, EDC, organoclorados e organo-estanhos entre outros.⁹⁷ As justificativas são:

- as dioxinas, incluindo TCDD (2,3,7,8-tetraclorodibenzo-pdioxin, um dos químicos de maior toxicidade conhecidos) e furanos, presentes tanto nas matérias-primas e intermediários quanto na incineração. Estas substâncias têm o potencial de passar através da placenta, causar câncer, provocar disfunções hormonais e ser imunotóxicas;
- os plastificantes podem ser lixiviados ou sofrer ações biológicas e contaminar o meio ambiente, especialmente a água. São suspeitos de ter efeitos tóxicos na reprodução e disfunções hormonais.

Segundo Preusker (1995), o debate público sobre o PVC diferiu em intensidade nos vários países da Comunidade Européia, dependendo da influência dos organismos de proteção ambiental de cada país. Deste modo, enquanto a situação parecia relativamente calma e com debates baseados em fatos na Inglaterra, França e Espanha, a discussão pública na Alemanha,

⁹⁶ GREENPEACE. *Op. cit.*, p. 41.

⁹⁷ *Idem, ibidem*

Áustria, Bélgica e países da Escandinávia era ainda muito violenta, resultando em inúmeras restrições ao PVC.⁹⁸

Na Suécia, um estudo iniciado pelo governo, conhecido como *aditivos perigosos*, estabeleceu que alguns materiais seriam substituídos antes do ano 2000, o que envolveu mais de a metade das aplicações do PVC. Os protestos da indústria do PVC não foram suficientes para convencer a indústria de embalagens da Holanda que, voluntariamente, renunciou ao uso do PVC em 1991. Esta renúncia, no entanto, é contraditória com uma recente diretiva da Comunidade Européia sobre embalagens, que proíbe claramente qualquer discriminação contra quaisquer materiais. Os debates na Áustria assemelham-se fortemente aos da Alemanha, onde restrições ao uso do PVC em prédios públicos foram impostas através de regulamentações. Mas mesmo nos países onde houve grande oposição ao PVC, existe agora uma grande tendência de reversão do julgamento e de reavaliação do PVC sob alguns aspectos (PREUSKER 1995).⁹⁹

Preusker (1995) comenta ainda, que na Bélgica, esperava-se que a “taxa ecológica” imposta às garrafas de PVC fosse revisada no final de 1995, dando igual tratamento a todos os plásticos. Na Holanda, o Ministério de Meio Ambiente está revisando dados sobre o PVC, mesmo após o acordo voluntário renunciando ao seu uso. A conclusão é de que atualmente os debates sobre o PVC estão tomando outro rumo em todos os países e uma nova consideração holística deve ser aplicada ao PVC, desde a sua manufatura até o final da vida dos produtos. Na Alemanha, estas mudanças estão sendo alcançadas através da reavaliação ecológica do material.¹⁰⁰

Segundo Leadbitter (2002), na Inglaterra os ataques ao PVC se deram com o início da campanha para banir as embalagens do material, organizada pelo *Greenpeace*. Os dois

⁹⁸ PREUSKER, Werner. **Germany and Europe re-evaluate PVC**. In: Eurofabric '95, Cologne, 1995.

⁹⁹ *Idem, ibidem.*

¹⁰⁰ *Idem, ibidem.*

maiores produtores de PVC da Inglaterra, Hydro Polymers Ltd and EVC UK Ltd. e o conhecido grupo de varejistas representaram os dois extremos da cadeia do produto. Neste processo, os varejistas tiveram uma atuação efetiva de um grupo de pressão, com a indústria do PVC inglesa respondendo-lhes às necessidades. Especialistas ambientais ingleses de instituições-chave facilitaram o processo. Embora a maior parte do processo tenha sido baseada na Inglaterra, o interesse pela questão foi crescendo na Europa e nos EUA.¹⁰¹

Em 1996, uma organização chamada *Media Nature* organizou um seminário, a pedido do grupo de pressão *Greenpeace*, para liderar os empresários de uma larga faixa do varejo no *Royal Institute of International Affairs*, de Londres. A intenção do *Greenpeace* era persuadir os varejistas ingleses a substituir em suas lojas, o PVC em todas as aplicações, bem como em produtos de construção em suas futuras lojas. Do ponto de vista da indústria do PVC, o processo esteve longe de ser democrático, uma vez que os representantes das indústrias não puderam participar da fase inicial do movimento. Isto foi seguido por uma intensa campanha nacional do *Greenpeace*, entre agosto e outubro de 1996, com manifestações do lado de fora de lojas em avenidas, em bairros e cidades ao longo da Inglaterra, além de folhetos intitulados “Economizando nossas peles” e “Beber para o futuro” (LEADBITTER, 2002).¹⁰²

A audiência alvo incluía o público em geral, que distribuiu panfletos antes das entradas das lojas, e executivos dos líderes do varejo que enviavam cópias pelo correio. Os panfletos convocavam para a eliminação total do PVC em materiais de embalagens e alertavam para o fato de o material poder ser identificado pelo número 3 ou pela letra v no centro de um triângulo. Os panfletos estampavam *compre somente embalagens alternativas* e listava produtos de higiene pessoal a serem evitados, em lojas específicas, por serem embalados em PVC, além de destacar que a primeira alternativa para embalar bebidas deveria

¹⁰¹ LEADBITTER, Jason. *Op. cit.*, p. 22.

¹⁰² *Idem, ibidem.*

ser garrafas de vidro, com as palavras *é tempo de estar livre de PVC!* (LEADBITTER, 2002).¹⁰³

O *Greenpeace* ainda tirou vantagem do potencial de nocividade dos ftalatos para a saúde. Um estudo conduzido pelo Ministério da alimentação e da pesca inglesa (MAFF - UK Ministry of Food and Fisheries) demonstrou em 1996, contaminação com esta substância em leite em pó infantil.

Leadbitter (2002) comenta que ironicamente em 1998 o MAFF publicou que estudos de acompanhamento demonstraram que o nível de ftalatos estava 10 vezes mais baixo do que o apontado em 1996. De acordo com o MAFF, as razões da redução não estavam claras, entretanto uma porta voz suspeitou que as primeiras amostras tinham sido contaminadas nas etapas de manipulação ou análises. De qualquer forma, o que o *Greenpeace* não mencionou foi que as embalagens de leite infantil não eram de PVC.¹⁰⁴

Certamente um dos pontos negativos em relação ao produto, foi o fato de que, na década de 70, comprovou-se através de estudos epidemiológicos que o VCM, o monômero, causava um tipo de câncer raro, conhecido como angiosarcoma. Muitos trabalhadores das indústrias de fabricação e da transformação do PVC foram vítimas deste mal. Naquela época, os trabalhadores eram expostos a dosagens muito altas de VCM. O fato provocou uma completa revisão do processo de produção, que tornou-se essencialmente um processo fechado, reciclando os resíduos na produção e minimizando a exposição dos trabalhadores. A OSHA emitiu regulamentações estritas em 1975, limitando a exposição dos trabalhadores a 1 ppm na média, em cada 8 horas. Nenhum caso de angiosarcoma foi registrado nos trabalhadores que ingressaram na atividade depois da promulgação da nova regulamentação.

Uma avaliação nos dados dos estudos de monitoramento do ar de operações de injeção e extrusão de cabos concluiu que: *nenhum VCM foi detectado naquela ocasião e isto é*

¹⁰³ *Idem, ibidem.*

¹⁰⁴ *Idem, ibidem.*

possível devido à baixa concentração residual na resina de PVC (FORREST, JOLLY, HOLDING e RICHARDS, 1995).¹⁰⁵

Alguns outros marcos sobre este tema são os filmes “*Trade Secrets: A Moyers Report*” e “*Blue Vinyl*”. e O site organizado pelo *The Vinyl Institute*¹⁰⁶ trazem respostas referentes às críticas feitas neste último filme. Outro fato interessante é que alguns ex-trabalhadores da indústria de fabricação do PVC, juntaram-se para fazer um ONG, chamada “*The chlorophiles*”,¹⁰⁷ a fim de esclarecer alguns fatos e defender o PVC.

2.2.2 Análise de ciclo de vida do PVC

No momento em que o PVC estava sendo fortemente questionado e o problema debatido, os estudos de análises de ciclo de vida ficaram em evidência. Vários deles foram conduzidos em distintos países para estabelecer os impactos do PVC ao meio ambiente e à saúde humana, desde a exploração dos materiais até o final da vida dos produtos.

Na Inglaterra, por exemplo, o grupo de varejistas do PVC, juntamente com o *Greenpeace*, encomendaram um estudo ao *National Centre for Business and Ecology* (NCBE), para revisar as evidências sobre os impactos do PVC na saúde humana e no meio ambiente e fazer um balanço das probabilidades.¹⁰⁸ De acordo com Leadbitter (2002), o estudo feito pelo NCBE foi conduzido com confidencialidade e em setembro de 1997 foi publicado sob o título de “PVC em embalagens e materiais de construção – uma avaliação de seus impactos na saúde humana e no meio ambiente”.¹⁰⁹ A conclusão do relatório revelou que:

¹⁰⁵ FORREST; JOLLY; HOLDING; RICHARDS. Emissions from Processing Thermoplastics. **Annals of occupational hygiene**, Vol. 39, No. 1, 1995, pp. 35-53.

¹⁰⁶ <www.aboutbluevinyl.org>

¹⁰⁷ <<http://www.ping.be/~ping5859/Es/Clorofilos.html>>

¹⁰⁸ EVERARD, Mark; MONAGHAN, Mike; RAY, Diana. *Op. cit.*, p. 22.

¹⁰⁹ LEADBITTER, Jason. *Op. cit.*, p. 22.

o time de estudos concluiu que a produção com certa cautela, uso, reciclagem e disposição final dos produtos de PVC nos mais altos padrões podem controlar o risco associado do material para níveis aceitáveis, mas não irá erradicá-los totalmente.¹¹⁰

O relatório fez ainda recomendações ao grupo de varejistas do PVC para que o mais alto padrão operacional possível da cadeia de fornecimento – produtores, transformadores e operadores de disposição – fosse seguido e que as evidências científicas fossem revisadas regularmente.

Segundo Everard, Monaghan e Ray (2000), existem muitos ACV's conduzidos sobre diversas aplicações do PVC, provavelmente muito mais do que para outros materiais, com maior ou menor credibilidade, inevitavelmente. Algumas das conclusões também parecem depender do patrocinador, se é um grupo de pressão ambiental ou uma indústria. Entretanto, de maneira geral sugere-se que o PVC não seja mais ambientalmente inaceitável ou insustentável do que materiais alternativos, incluindo os naturais, em termos de curto ou médio prazos.¹¹¹

Segundo Krähling (1999), mais de 60 estudos em sistemas de produtos de PVC foram publicados até a presente data. Eles podem ser categorizados como estudos de ACV por terem metodologia próxima à da **ISO 14040, 1997**.¹¹² A tabela abaixo apresenta estudos nas mais distintas áreas de aplicação.

¹¹⁰ EVERARD, Mark; MONAGHAN, Mike; RAY, Diana. *Op. cit.*, p. 22.

¹¹¹ *Idem, ibidem.*

¹¹² A ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT, publicou em 2001 a **NBR ISO 14040**, que é a tradução da ISO 14001, 1997.

Tabela 6 – Estudos de ACV em produtos de PVC nas áreas mais importantes de aplicação

Área de aplicação	Estudos de ACV (números de estudos)	Publicação (ano)
Embalagens	20	1985 – 1997
Construções / moradias:	26, dos quais:	
• Tubos	11	1991 – 1998
• Janelas	8	1991 – 1997
• Pisos	6	1991 – 1997
• Cabos	1	1995
Veículos automóveis	7	1991 – 1997
Outros:	6, dos quais:	
• Computadores	2	1995
• Soldadura de anéis	2	1993 – 1994
• Reciclagem	2	1997 – 1998

Fonte: (KRÄHLING, 1999)¹¹³

Estas ACV's podem ser úteis como um guia verde para ajudar a determinar o atalho em direção à sustentabilidade ecológica. ACV's são capazes de fornecer uma contribuição vital no processo de decisão, mas não podem substituir as próprias decisões (KRÄHLING, 1999).¹¹⁴

Usando a avaliação do ciclo de vida para, posteriormente, melhorar sistemas de produtos, leva-nos a pensar progressivamente. Se o PVC ganha em uma categoria A, então é uma oportunidade para fortalecer um ponto, na medida do possível. Entretanto, se o PVC perde em uma categoria B, isto pode ser um incentivo para eliminar esta fraqueza. A conclusão não pode depender de assertivas tais como “se o produto A soa ecológico, então o produto B é mau”, (mesmo porque a ACV não cobre todos os aspectos relevantes para um processo de tomada de decisão) que podem, no entanto, ajudar na definição de objetivos. Em outras palavras, deve o vencedor continuar recebendo todas as glórias e o perdedor ser barrado por todos os outros competidores? Obviamente não. Ao invés da competição, a busca da solução deveria ser a força motriz do mercado. Além disso, os resultados dos estudos de

¹¹³ KRÄHLING, H. *Op. cit.*, p. 36.

¹¹⁴ *Idem, ibidem.*

muitos especialistas nacionais e internacionais indicaram que não há razão para banir o PVC (KRÄHLING, 1999).¹¹⁵

2.3 PVC e sustentabilidade

Os impactos no ciclo de vida do PVC foram bem estudados nas duas últimas décadas. Somente um número limitado destas investigações, entretanto, deram ênfase ao material no contexto do desenvolvimento sustentável, que começaram com iniciativas da Alemanha e da Inglaterra por volta de 1994 (VINYL 2010, 2002).¹¹⁶

Schlegel (1994) insere os sistemas sociais e econômicos na discussão sobre a posição e a importância do PVC no desenvolvimento sustentável.¹¹⁷

Em setembro de 1994, o *Committee of Enquiry*, instituído pelo Regime Federal Alemão sobre a *proteção do homem e do meio ambiente* apresentou o seu relatório definitivo, após estudar aplicações em perfis de janelas, tubos, carpetes, cabos e embalagens com relação a reciclagem e disposição final. Conforme Preusker (1995),¹¹⁸ a conclusão final foi que:

- a reciclagem e disposição do PVC ecologicamente compatível é possível e esforços devem ser feitos para um desenvolvimento adicional;
- não é recomendável substituir PVC nas aplicações consideradas.

Um outro ponto fundamental foi ainda à conclusão de que o PVC deveria ser manuseado de forma mais ecológica.

¹¹⁵ *Idem, ibidem.*

¹¹⁶ VINYL 2010. **The European PVC industry. Contributing to sustainable development.** Brussels: The European council of vinyl manufactures – ECVM, The European council for plasticisers and intermediates – ECPI, The European stabilisers producers associations – ESPA and European plastics converts – EuPC, Aug., 2002. Disponível em: <<http://www.vinyl2010.org>> . Acesso em: 29 dez. 2003.

¹¹⁷ SCHLEGEL, Walter. **PVC in sustainable development.** In: Arbeitsgemeinschaft PVC und Umwelt. Bonn: SRI International, 1994.

¹¹⁸ PREUSKER, Werner. Op. cit., p. 52.

Segundo Preusker (1995), a performance do PVC, um material testado e confiável, é satisfatório do ponto de vista técnico e ecológico. Produtores e transformadores de PVC aprenderam muito com os erros do passado e aceitaram o desafio da ecologia. Apesar de isto ter provocado a reavaliação do problema por parte dos políticos, a maior parte dos ambientalistas esteve muito longe de responder da mesma forma, embora algumas iniciativas demonstrem que está havendo uma mudança de postura. O *Bündnis 90/Die Grünen* na Saxônia, por exemplo, por razões estratégicas foram receptivos à empresa Dow na ampliação da sua produção na planta de BUNA.¹¹⁹

Na Inglaterra, segundo Everard, Monaghan e Ray (2000), em 1998 o grupo dos varejistas do PVC, de acordo com o item 2.2.1, foi reconstituído para incluir representantes das companhias produtoras, tendo seu nome alterado para o *Grupo de coordenação do PVC*. O novo grupo encomendou ao NCBE a elaboração de uma *Carta de princípios ambientais para os produtores de resina de PVC da Inglaterra* e um *Código de práticas de eco-eficiência para os produtores de PVC*, que foram assinadas em 1999. Como contribuição para avaliar muitas questões relacionadas ao aumento da sustentabilidade da indústria do PVC, incluindo aquelas geradas pelo relatório do NCBE, foi decidido solicitar uma investigação independente do escritório inglês do *The Natural Step*.¹²⁰ A proposta desta análise era avaliar todos os fatores relevantes para a produção, uso e pós uso do PVC na perspectiva do desenvolvimento sustentável, usando a ferramenta internacional do TNS.¹²¹

Leadbitter (2002) comenta que, após a segunda reunião, depois de todo o esforço para convencer o *Greenpeace* de permanecer no grupo, eles decidiram sair do processo. Quando a decisão foi estabelecer um código de práticas de eco-eficiência para os produtores de PVC, o

¹¹⁹ PREUSKER, Werner. Op. cit., p. 52.

¹²⁰ TNS – O caminho natural (*The natural step*) é uma ferramenta utilizada para buscar a sustentabilidade.

¹²¹ EVERARD, Mark; MONAGHAN, Mike; RAY, Diana. Op. cit., p. 22.

grupo resolveu convidar a agência ambiental para se juntar ao comitê de coordenação do PVC.¹²²

2.3.1 O livro verde do PVC

O PVC tem estado no centro de um polêmico debate durante grande parte das últimas décadas. Foram emitidos vários pareceres divergentes de caráter científico, técnico e econômico sobre a questão do PVC e seus efeitos na saúde humana e no ambiente. Alguns Estados-Membros da União Européia recomendaram ou adotaram medidas relacionadas a aspectos específicos do seu ciclo de vida. Estas medidas não são idênticas e algumas delas podem ter conseqüências para o mercado interno europeu. É, pois, necessária uma abordagem integrada para avaliar todo o ciclo de vida do PVC, a fim de desenvolver medidas capazes de assegurar um nível de proteção elevado da saúde humana e do ambiente, bem como o funcionamento adequado do mercado interno (COMISSÃO DAS COMUNIDADES EUROPEIAS, 2000).¹²³ Baseado neste fato, a Comissão das Comunidades Européias publicou no ano de 2000, o Livro verde – aspectos ambientais do PVC.

De acordo com a COMISSÃO DAS COMUNIDADES EUROPEIAS (2000),¹²⁴ os dois objetivos do livro verde do PVC são:

- apresentar e avaliar, com base científica, os diversos problemas ambientais, incluindo os aspectos relacionados com a saúde humana, que surgem durante o ciclo de vida do PVC e;
- considerar, à luz do desenvolvimento sustentável, várias opções para reduzir os impactos que têm de ser combatidos.

¹²² LEADBITTER, Jason. Op. cit., p. 22.

¹²³ COMISSÃO DAS COMUNIDADES EUROPEIAS. *Op. Cit.*, p. 41.

¹²⁴ *Idem, ibidem.*

O documento deverá servir de base de consulta aos interessados, com o intuito de identificar soluções práticas para os problemas sanitários e ambientais causados pelo PVC.

Os aspectos mais notáveis do documento são, de acordo com Leadbitter (2002)¹²⁵:

- o uso de metais pesados como estabilizantes para proteger o PVC durante o processamento;
- o uso de plastificantes como ftalatos, que criaram o preconceito sobre a possibilidade de provocarem efeitos de disfunções hormonais;
- à disposição final dos resíduos de PVC, item de maior importância.

A COMISSÃO DAS COMUNIDADES EUROPEIAS (2000) comenta que a análise efetuada no presente documento concentra-se em dois aspectos fundamentais: a utilização de aditivos no PVC e a gestão de seus resíduos. Há outros aspectos mais gerais e horizontais no contexto de uma ampla consulta sobre o PVC. No que respeita ao tipo de instrumentos de aplicação de estratégias comunitárias horizontais em relação ao PVC, existem várias medidas, obrigatórias e voluntárias, à disposição¹²⁶:

- abordagens voluntárias, incluindo a aplicação dos acordos existentes, em nível nacional e comunitário, bem como o desenvolvimento de novas propostas voluntárias. Conforme será comentado no item 2.3.2, a indústria europeia do PVC assinou um acordo voluntário relativo ao desenvolvimento sustentável do PVC. Embora o fato possa ser entendido como um primeiro passo, ainda há trabalho a fazer para assegurar uma participação efetiva da indústria na realização dos objetivos comunitários nesta área. É de salientar que os serviços da Comissão estão atualmente preparando uma proposta de regulamento-quadro relativo aos acordos ambientais comunitários, a ser adotada pelo Conselho e pelo Parlamento;
- podem ser propostas medidas legislativas, como uma diretiva relativa ao PVC, a fim

¹²⁵ LEADBITTER, Jason. *Op. cit.*, p. 22.

¹²⁶ COMISSÃO DAS COMUNIDADES EUROPEIAS. *Op. cit.*, p. 41.

de abordar todas as questões relacionadas à gestão dos resíduos, e outras medidas legislativas relativas à utilização de aditivos, baseadas em análises científicas, nomeadamente os resultados das avaliações de riscos. Também podem ser adotadas recomendações para desenvolver a aplicação de uma estratégia comunitária;

- pode-se propor uma combinação de instrumentos integrando acordos voluntários, recomendações e regulamentos, incluindo a adaptação da legislação vigente. Um tal conjunto de instrumentos estaria conforme uma abordagem visando o desenvolvimento de co-regulação, com pretensões de combinar instrumentos voluntários e obrigatórios.

Além da abordagem baseada na gestão dos resíduos de PVC e nos aditivos, tem sido levantada a questão de uma eventual política de substituição de determinadas aplicações do PVC no contexto da promoção de produtos mais sustentáveis, como parte de uma política dos produtos integrada. Essa política de substituição poderia ser considerada relativamente a aplicações específicas, que não podem ser separadas do fluxo geral de resíduos e são, por conseguinte, difíceis de reciclar, como é o caso das embalagens, dos automóveis, dos equipamentos elétricos e eletrônicos. Uma eventual política de substituição teria de ser sustentada por uma avaliação exaustiva e objetiva dos principais impactos ambientais quer do PVC, quer dos seus potenciais substitutos, durante todo o ciclo de vida dos mesmos. A abordagem descrita no presente documento concentra-se no tratamento dos problemas ambientais do PVC, principalmente através de políticas no domínio dos aditivos e da gestão dos resíduos.

No livro Verde do PVC, a COMISSÃO DAS COMUNIDADES EUROPEIAS (2000) propõe uma ampla consulta pública sobre o PVC. Os comentários foram recebidos através do correio ou da internet até 30 de Novembro de 2000.¹²⁷ A grande maioria dos comentários recebidos pela comissão foi amplamente favorável ao PVC.

¹²⁷ *Idem, ibidem.*

Na reunião do dia 8 de março de 2001, o Parlamento Europeu considerou desnecessária uma maior regulamentação sobre o PVC até uma futura avaliação do programa de acordos voluntários da indústria, no caso de ela indicar qualquer deficiência ou lacuna em sua execução.

2.3.2 VINIL 2010

Em resposta às considerações do Livro verde relativas aos aspectos ambientais do PVC, a indústria europeia do material desenvolveu um acordo voluntário para dar encaminhamento a muitos dos aspectos levantados.¹²⁸ A cadeia industrial do PVC assumiu, em conjunto, o desafio do desenvolvimento sustentável do setor (VINIL 2010, out., 2001).¹²⁹

Para transmitir corretamente o desenvolvimento do conceito de gestão responsável do produto (*product stewardship*) em todo o seu ciclo de vida, foi adotado um procedimento único que culminou com a assinatura, em março de 2000, do *Compromisso Voluntário da Indústria do PVC* (VINYL 2010, Aug., 2002).¹³⁰

De acordo com VINYL 2010, (Mar., 2001),¹³¹ a Fig. 3 mostra o PVC ao longo de seu ciclo e vida, em aproximação aos ciclos da ecologia industrial, conforme apresentado no item 1.3.2.

¹²⁸ LEADBITTER, Jason. *Op. cit.*, p. 22.

¹²⁹ VINIL 2010. **O Compromisso voluntário da indústria do PVC**. Bruxelas: Conselho Europeu dos Produtores Vinílicos – ECVI, Conselho Europeu para plastificantes e intermediários – ECPI, Associação dos produtores europeus de estabilizantes – ESPA e Transformadores Europeus de Plásticos – EuPC, out., 2001.

¹³⁰ VINIL 2010. *Op. cit.*, p. 59.

¹³¹ VINYL 2010. **Voluntary commitment of the PVC industry**: Progress report 2001. Brussels: The European council of vinyl manufactures – ECVI, The European council for plasticisers and intermediates – ECPI, The European stabilisers producers associations – ESPA and European plastics converters – EuPC, Mar., 2001. Disponível em: <<http://www.vinyl2010.org>>. Acesso em: 29 dez. 2003.

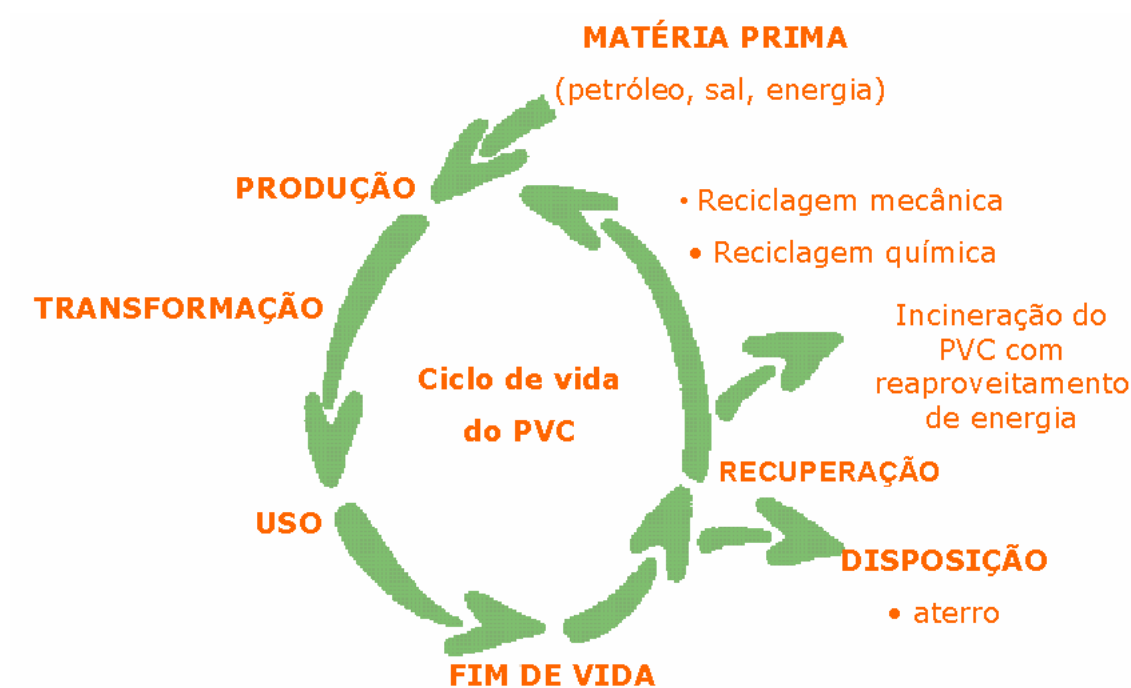


Figura 3 – O ciclo de vida do PVC, segundo VINYL 2010

O Compromisso Voluntário é único e foi amplamente comentado no mundo inteiro. Nenhuma outra indústria preparou um plano de ação que desafiasse um desenvolvimento sustentável deste tipo, através de processo aberto que cobre toda a cadeia de produção do PVC. Ele tem base nos princípios do *Responsible Care* e representa o ápice do trabalho de décadas da indústria do PVC (VINYL 2010, Aug., 2002).¹³²

O Compromisso Voluntário foi apresentado à Comissão Europeia em articulação com um conjunto de políticas da Comissão, com o convite para que todas as partes interessadas participassem da consecução dos objetivos ambientais evidenciados no Sexto Programa de Ação ambiental da Comunidade Europeia 2002 – 2010 (VINIL 2010, out., 2001).¹³³

O “VINIL 2010 – O compromisso voluntário da indústria do PVC”, foi desenvolvido posteriormente para dar resposta adequada aos comentários e questões adicionais levantadas pelas Direções Gerais do Ambiente e das empresas, da Comissão Europeia (VINIL 2010, out.,

¹³² VINIL 2010. *Op. cit.*, p. 59.

¹³³ VINIL 2010. *Op. cit.*, p. 64.

2001).¹³⁴ Em outubro de 2001 foi preparada e assinada uma versão mais atualizada do Compromisso Voluntário, tendo sido considerados os comentários feitos durante o período de consulta pública e política, que dava prosseguimento à publicação do Livro verde sobre o PVC, da Comissão Europeia (VINIL 2010, abr., 2002).¹³⁵

O VINIL 2010 é a entidade legal enquadrada por uma infra-estrutura organizacional e financeira que gere e controla as ações levadas a cabo para a consecução do Compromisso (VINIL 2010, maio, 2003),¹³⁶ que recebeu uma nova identidade “VINIL 2010 – o Desafio do Desenvolvimento Sustentado” (VINIL 2010, abr., 2002).¹³⁷ Um símbolo foi criado com o propósito de traduzir a dinâmica da indústria setorial, no sentido de assegurar um futuro sustentado para o PVC, conforme apresentado na Fig. 4.



Figura 4 – Símbolo do VINIL 2010 – encontrando o desafio do desenvolvimento sustentável (*meeting the challenge of sustainable development*)

¹³⁴ *Idem, ibidem.*

¹³⁵ **VINIL 2010. O Compromisso voluntário da indústria do PVC:** Relatório de Progresso 2002. Bruxelas: Conselho Europeu dos produtores vinílicos – ECVI, Conselho Europeu para plastificantes e intermediários – ECPI, Associação dos produtores Europeus de estabilizantes – ESPA e Transformadores Europeus de plásticos – EuPC, abr., 2002. Disponível em: <<http://www.vinyl2010.org>>. Acesso em: 29 dez. 2003.

¹³⁶ **VINIL 2010. Desenvolvimento sustentado:** Relatório de progresso 2003. Bruxelas: Conselho Europeu dos produtores vinílicos – ECVI, Conselho Europeu para plastificantes e intermediários – ECPI, Associação dos produtores Europeus de estabilizantes – ESPA e Transformadores Europeus de plásticos – EuPC, abr., 2003. Disponível em: <<http://www.vinyl2010.org>>. Acesso em: 29 dez. 2003.

O Programa “VINIL 2010” é um programa de uma década, que incorpora a revisão das atuais metas em 2005 e a definição de novas metas em 2010, de forma a atender os avanços técnicos e ao crescimento da Comunidade Européia. A sua implementação é objeto de estreito controle através de relatórios anuais, devidamente auditados por empresas independentes (VINIL 2010, out., 2001).¹³⁸

O Programa “VINIL 2010” inclui as seguintes ações e compromissos chave:

- cumprimento das cartas do ECVM, no respeito aos limites de emissão na produção de PVC;
- progressiva substituição de estabilizantes de chumbo, em 15% até 2005, 50% até 2010, com eliminação total até 2015, além da substituição dos estabilizantes de cádmio, já efetivada em março de 2001;
- reciclagem em 2010 de 200 mil toneladas de resíduos de PVC pós consumo, quantidade a ser adicionada aos volumes de reciclados de pós consumo processados em 1999 e às quantidades de qualquer resíduo de pós consumo, como exigido pela implementação, após 1999, das Diretivas da União Européia sobre resíduos de embalagens, veículos em fim de vida e de resíduos provenientes de equipamento elétrico e eletrônico;
- reciclagem de 50% dos resíduos de PVC disponíveis para recolha provenientes de perfis de janela, tubulações, acessórios e membranas para coberturas de telhados, em 2005, e de pavimentos em 2008;
- implementação de um programa de investigação e desenvolvimento sobre novas tecnologias de reciclagem e de recuperação, nomeadamente a reciclagem de “matérias-primas” e a tecnologia baseada em solventes;

¹³⁷ VINIL 2010. *Op. cit.*

¹³⁸ VINIL 2010. *Op. cit.*, p. 64.

- implementação de uma carta social assinada conjuntamente com a Federação Europeia dos trabalhadores de Minas, químicas e Energia (EMCEF) para o desenvolvimento do diálogo social, da formação e dos padrões ambientais de saúde e segurança, igualmente aplicáveis em países em vias de adesão à União Europeia;
- colaboração com as autoridades locais no âmbito da Associação de Municípios e Regiões para a Reciclagem (ACRR) para a promoção das melhores práticas e para o desenvolvimento de programas de reciclagem piloto em nível local.

Através do “VINIL 2010”, a indústria está trabalhando com as partes interessadas para encontrar os desafios do desenvolvimento sustentável de modo que ele envolva os princípios da abertura, participação e boa governança.

O Compromisso Voluntário foi inicialmente assumido em 2000. Trata-se de um marco, em nível europeu, do debate sobre o desenvolvimento sustentável. A atitude da cadeia do PVC europeia está, seguramente, em consonância com a Declaração de Joanesburgo de 2002, que afirma ter o setor privado "a obrigação de contribuir" para o desenvolvimento sustentável (VINIL 2010, abr., 2003).¹³⁹ Relatórios de Progresso do “VINIL 2010” são emitidos anualmente, a exemplo do que já aconteceu nos anos de 2001, 2002 e 2003, em que as auditorias por instituições independentes são consideradas.

O desenvolvimento sustentável não se alcança no plano das boas intenções. Depende sobretudo de compromissos e ações concretas, assumidos por pessoas num mundo real (VINIL 2010, abr., 2003).¹⁴⁰

¹³⁹ **VINIL 2010.** *Op. cit.*, p. 66.

¹⁴⁰ *Idem, ibidem.*

CAPÍTULO 3: ESTUDO DE CASO – GRUPO AMANCO E AMANCO BRASIL SA

Esta dissertação apresenta o estudo de caso realizado no Grupo Amanco, empresa multinacional transformadora de plásticos, em uma de suas unidades, a Amanco Brasil. A decisão de troca da tecnologia de estabilização do PVC e o movimento ocorrido na cadeia produtiva do PVC brasileiro serão descritos.

3.1 Histórico

A Amanco Brasil, detentora das marcas Akros e Fortilit, é subsidiária do Grupo Amanco – N.º 1 em Tubosistemas® na América Latina. De origem suíça, o Grupo Amanco opera exclusivamente na América Latina há mais de 50 anos e integra o GrupoNueva – um conglomerado de empresas que também inclui os grupos empresariais Terranova, Masisa e Ecos.

O Grupo Amanco começou a operar no Brasil em 1991 como proprietário da marca Fortilit. Para consolidar sua posição no País, em outubro de 1999, incorporou a Akros S/A. Como resultado desta fusão, em abril de 2000 foi criada a Amanco Brasil, com sede em Joinville/SC. A manutenção das marcas Akros e Fortilit permitiu à Amanco oferecer ao mercado brasileiro a mais completa linha de produtos hidrosanitários do país e ampliar seu sistema de distribuição que abrange hoje cerca de 32 mil clientes.

Focada em qualidade e inovação tecnológica, desde 1996 a Amanco Brasil possui certificação ISO 9002 no processo de fabricação dos compostos de PVC – matéria-prima de seus produtos – e é a primeira e única empresa do setor a ter obtido certificação do IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo) para conexões prediais e de esgoto e para a caixa de descarga plus. Atualmente as fábricas de Joinville e Sumaré estão certificadas na ISO 9001:2000 e ISO 14001:1996.

A Amanco Brasil obteve receita operacional bruta de R\$ 454 milhões em 2003. A empresa é responsável hoje por 30% do mercado e tem como objetivo atingir a marca de 35% até 2005.

Perfil da Amanco Brasil:

- Fábricas – quatro; Joinville (SC) – duas unidades, Sumaré (SP) e Jaboatão (PE);
- N.º de colaboradores – 1.685;
- Principais produtos – Tubosistemas[®] e acessórios sanitários para os setores: predial, infra-estrutura e agricultura;
- N.º de clientes – mais de 32 mil em todo o Brasil. A equipe de vendas - tem 237 profissionais;
- Participação de mercado – 30% (líder nos segmentos Geomecânico[®] e Irrigação).¹⁴¹

3.2 A decisão de substituir os estabilizantes à base de chumbo

A decisão de retirada dos estabilizantes à base de chumbo foi tomada pelo GrupoNueva e anunciada na sede administrativa do Brasil, em Joinville, pela Vice Presidente

¹⁴¹ Geomecânico[®], marca registrada Amanco, é a linha de produtos destinados à aplicação em poços profundos. Irrigação é a linha de produtos destinados à este fim.

de Responsabilidade Social e Ambiental do GrupoNueva, Maria Emília Corrêa, em uma “calorosa” reunião em maio de 2001, onde estavam presentes o Diretor Técnico de Operações do Grupo Amanco, Victor Landazabal, o Diretor Industrial da Amanco Brasil, Claudio Theilacker, o Gerente da Engenharia de Materiais do Brasil, Célio Michels, o Gerente de Produção da Argentina, Roberto Evangelista, os gerentes de suprimentos do Brasil e da Argentina e a Coordenadora da Engenharia de Materiais.¹⁴²

A decisão envolvia o Brasil e a Argentina, únicos países do Grupo Amanco a usar os compostos de chumbo como estabilizante, seguindo uma tendência européia de tecnologia. Os demais países, Colômbia, Venezuela, Equador, Peru, Panamá, Honduras, El Salvador, Nicarágua, Costa Rica, Guatemala e México, já seguiam a tendência americana de tecnologia e utilizam os compostos de estanho como estabilizante.

A substituição total deveria ocorrer num prazo médio de 2 anos e os países ficaram encarregados de apresentar seus cronogramas detalhados. O anúncio provocou uma grande discussão e polêmica especialmente por parte dos brasileiros, preocupados é claro, com a viabilidade econômica da alteração e dos impactos que isto representaria em seus resultados, considerando o fato do Brasil ser o maior mercado de tubos e conexões da América Latina, e um dos poucos países em que o Grupo Amanco não era líder de mercado.

Os brasileiros ainda acreditavam que os riscos do chumbo poderiam ser gerenciados, especialmente por que não se tratava de nenhum problema de contaminação de produtos ou de lixiviação de chumbo em água potável. No Brasil, o teor máximo de chumbo que pode migrar para água potável é 0,3 ppm na terceira extração, sendo que na primeira extração o máximo é 1 ppm, conforme a NBR 8219.¹⁴³ A Amanco, como participante do Programa Nacional de

¹⁴² A Coordenadora da engenharia de Materiais é a responsável por este trabalho de dissertação

¹⁴³ ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT.

Qualidade Assegurada de Tubos de PVC, tinha seus produtos auditados mensalmente e os valores estavam seguramente abaixo deste limite. Além disto, no passado usava-se tubulações de chumbo para transporte de água. Outro fato ainda é que os funcionários que trabalham nas áreas que usam o produto, como por exemplo a fábrica de compostos, são monitorados semestralmente quanto a presença de chumbo no sangue e na urina.

Não se tratava, no entanto, de uma questão de defesa dos estabilizantes à base de chumbo, a decisão da substituição dos estabilizantes de chumbo era uma questão estratégica, focada na análise do ciclo de vida do produto, conforme comenta-se a seguir e motivada pelo desenvolvimento sustentável.

A polêmica foi tão grande durante a reunião em que foi anunciada a decisão de substituir os estabilizantes a base de chumbo, que ela chegou a ser interrompida. Foi levantada a hipótese de que reações contrárias poderiam significar a saída do Grupo Amanco dos negócios, na pessoa de seu fundador e principal acionista, Stephan Schmidheiny, a exemplo do que tinha acontecido, no passado, com o amianto. A reunião só foi restabelecida quando um fax do Presidente Executivo do Grupo Nueva, Júlio Moura, reforçou a decisão.¹⁴⁴ O assunto estava encerrado, e uma nova etapa era iniciada, a definição da estratégia, que será comentada no item 3.4.

3.2.1 O estudo da Booz Allen Hamilton

O Grupo Nueva, através de sua Vice Presidente de Responsabilidade Social e Ambiental, encomendou um estudo independente para a renomeada empresa de consultoria internacional *Booz Allen & Hamilton* – BAH, para que avaliasse os aspectos ambientais

¹⁴⁴ Em 2003, as ações do Grupo Amanco foram doadas por Stephan Schmidheiny ao VIVA Trust, uma organização que assegura a visão, valores e sustentabilidade do Grupo Nueva. O VIVA é o principal financiador da Fundação AVINA, uma entidade filantrópica que trabalha para a América Latina e Península Ibérica.

associados à indústria do PVC e o envolvimento da Amanco no processo. O estudo ficou pronto no início de maio, pouco antes da reunião que aconteceu em Joinville. A Fig.5 apresenta os 16 pontos identificados no estudo da BAH.

Um resumo do resultado do trabalho está disponível no *Reporte de Sostenibilidad 2001* do Grupo Amanco. Conforme declaração Amanco (2002):

somos conscientes e tomamos muito a sério as preocupações existentes sobre o possível impacto do PVC sobre a saúde humana e sobre o meio ambiente. Conjuntamente com BAH, identificamos 16 pontos dentro do ciclo de vida do PVC, os quais podem existir algum impacto ambiental ou sobre a saúde humana. Com base neste marco de referência, estamos acatando as melhores práticas ambientais possíveis com o objetivo de reduzir estes riscos.¹⁴⁵

¹⁴⁵ AMANCO. **Reporte de sostenibilidad 2001**. San José, 2002. Disponível em: <<http://www.amanco.com/Nueva/CostaRica/nucr0019.nsf/html/desarrollo.html>> Acesso em: 28 dez. 2003.

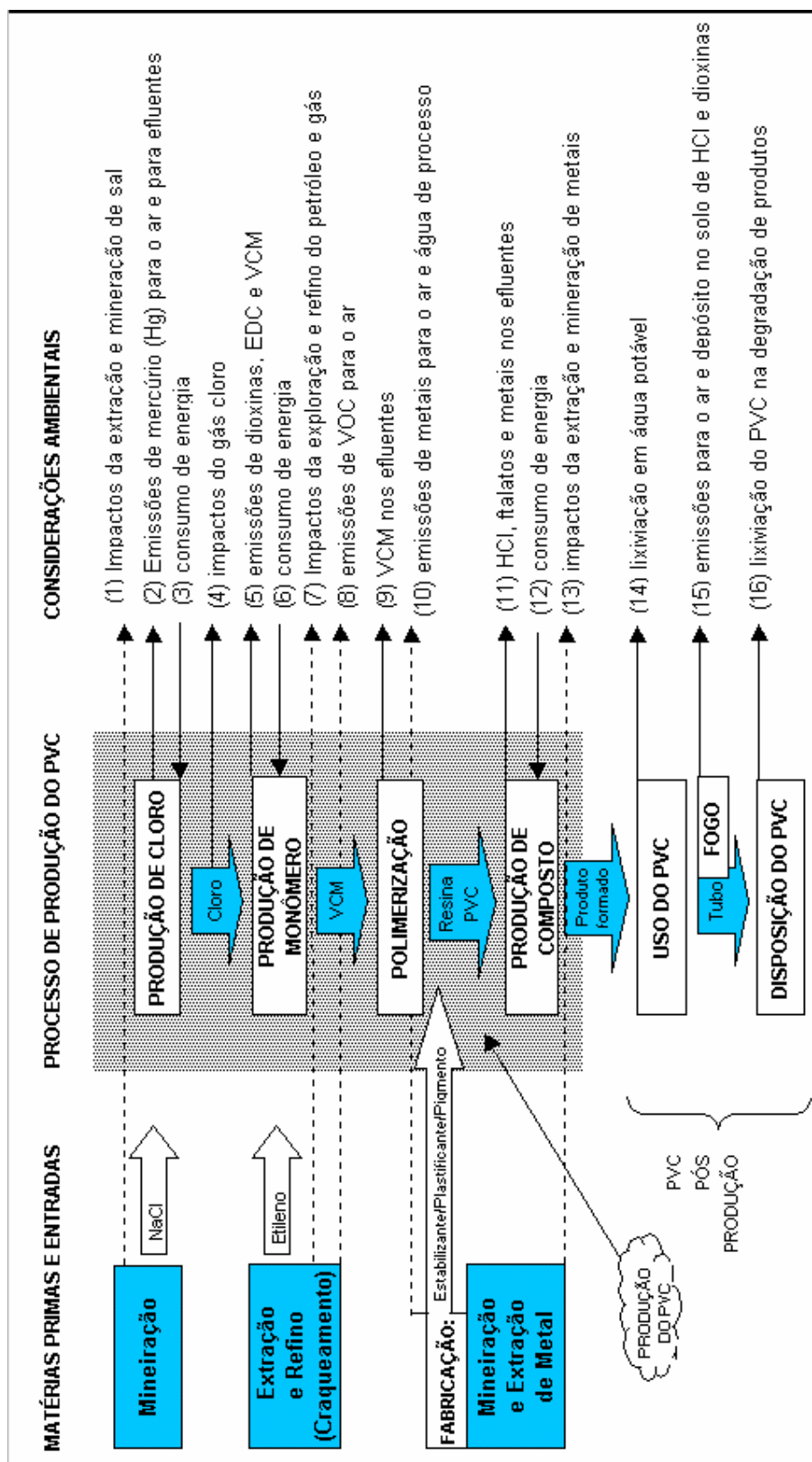


Figura 5 – O ciclo de vida do PVC a partir de uma perspectiva ambiental.

Dando continuidade aos trabalhos, o Grupo Amanco encomendou um novo relatório, novamente à BAH, com o propósito de avaliar os riscos dos impactos identificados, usando a linguagem das cores, ou seja, vermelho para o alerta máximo, amarelo para médio e verde para baixo nível de risco, conforme apresentado na Fig.6. Além disso, uma comparação do PVC aos materiais que poderiam substituí-lo, como outros plásticos, metal, argila e concreto foi realizada.




















Nº	ASPECTOS AMBIENTAIS	AVALIAÇÃO
1	Impactos do NaCl na mineração ou na evaporação	
2	Emissões de mercúrio (Hg) na produção de Cl ₂ pelo método chlor-alkali	
3	Energia consumida na produção do gás Cl ₂	
4	Impactos do gás Cl ₂	
5	Emissões durante a produção de monômero	
6	Consumo de energia na produção do cloreto de vinila	
7	Impactos na extração e no refino do petróleo/gás para a produção de etileno	
8	Emissões de VOC's durante a produção de etileno	
9	Emissões para o meio ambiente dos resíduos de VCM durante a polimerização	
10	Emissões de metal proveniente da fabricação dos aditivos de PVC	
11	Emissões para o meio ambiente durante a produção dos compostos e dos tubos	
12	Consumo de energia na produção dos compostos e dos tubos	
13	Impactos da mineração e extração de metais usados em tubos de PVC	
14	Efeitos na saúde humana pela ingestão de águas provenientes de tubos de PVC	
15	Emissões da queima do PVC	
16	Emissões da lixiviação do PVC disposto em aterros sanitários	
 Risco Significativo  Risco Potencial  Risco Negligenciável		

Figura 6 – Avaliação de riscos dos 16 impactos do ciclo de vida do PVC. (BAH e Amanco)

A conclusão deste segundo estudo também encontra-se disponível no *Reporte de Sostenibilidad 2001* do Grupo Amanco. A Amanco (2002) declarou:

Pensamos que o PVC é um produto que apresenta o melhor desempenho para um grande número de aplicações. Com respeito as tubulações, é superior a qualquer outro material desde o ponto de vista social, econômico e ecológico. Nossa conclusão se baseia em um estudo comparativo realizado por BAH, sobre os efeitos de produzir, usar e dispor tubulações de diferentes materiais, incluindo o PVC, metal, outros plásticos, argila e cimento. Nos manteremos na busca de alternativas para reduzir os riscos associados com a produção, o uso e a disposição do PVC e igualmente continuaremos avaliando outras tecnologias....¹⁴⁶

3.3 A estratégia para implementar a substituição

Depois da decisão, tendo sido os brasileiros convencidos da necessidade de substituir os estabilizantes à base de chumbo, começou o planejamento para implantá-la.

A data limite para a eliminação dos estabilizantes a base de chumbo e cádmio em todas as operações é 2004 (AMANCO, 2002).¹⁴⁷

Na verdade, de aproximadamente 30 compostos de PVC de extrusão e injeção fabricados internamente ou comprados no mercado, apenas um composto granulado de injeção, adquirido externamente, era a base de bário e cádmio. Solicitou-se ao fornecedor que este composto fosse imediatamente alterado para cálcio e zinco, sendo o estoque interno da empresa acompanhado até ser completamente consumido. Por tratar-se de uma matéria prima de pequena demanda, o custo da operação foi facilmente absorvido.

3.3.1 O envolvimento do principal concorrente

A primeira atitude do Grupo Amanco e da Amanco Brasil foi comunicar a decisão a seu maior concorrente, a Tigre, e convidá-lo para, juntas, conduzirem este processo. Uma primeira comunicação aconteceu entre os Presidentes das empresas.

¹⁴⁶ AMANCO. Op. cit., p. 74.

¹⁴⁷ *Idem, ibidem.*

Frente à polêmica sobre o PVC, aos acontecimentos ocorridos na Europa, o percentual de mercado que representam as duas empresas juntas e conseqüentemente seu poder de influência sobre os fornecedores e toda a cadeia do PVC, a busca da sustentabilidade prevaleceu e o convite foi aceito, bem como o prazo estabelecido para 2004. Foi ainda acordado que a primeira substituição ocorreria na extrusão em função dos volumes envolvidos. Uma vez realizada na extrusão, o passo seguinte seria o processo de injeção.

Segundo Nunes (2002), a decisão de mudança foi uma questão de atitude de ambas as empresas. O ponto de vista do presidente da Amanco Brasil, Ronald Deagen, foi apresentado na 10th Global Vinyl Conference, no Rio de Janeiro em outubro de 2002:

A substituição do estabilizante de chumbo é uma decisão definitiva e fundamentada, especialmente porque existe uma alternativa técnica disponível e está alinhada com a nossa visão estratégica: o desenvolvimento sustentável.¹⁴⁸

Uma vez os presidentes de acordo, as áreas técnicas das duas empresas se aproximaram. Trocaram informações os Diretores Industriais e os Gerentes de cada empresa responsáveis pelo desenvolvimento de materiais. Ficou acertado, em um primeiro momento, que as duas empresas comunicariam aos fornecedores de estabilizantes a decisão de sair do chumbo de maneira independente, para então iniciar o desenvolvimento de tecnologias alternativas.

A meta de custo da nova formulação previa uma variação máxima de 2% em relação ao composto estabilizado com chumbo, que foi considerada aceitável.

¹⁴⁸ NUNES, Luciano Rodrigues. PVC pipe market in Brazil replacing lead stabilizers. In: **Global vinyl conference, 10 th**. Rio de Janeiro, 2002.

3.3.2 O envolvimento dos produtores de estabilizantes

Os fabricantes de estabilizantes receberam a notícia com certa admiração, especialmente porque as três principais empresas fornecedoras no Brasil são européias e a data final para a eliminação dos compostos de chumbo, na Europa, cabe insistir, está prevista, no Acordo Voluntário, para 2015.

A Engenharia de Materiais da Amanco envolveu os seus fornecedores habituais de chumbo e os fornecedores de outros sistemas de estabilizantes. Várias alternativas começaram a ser propostas e, de um modo geral, com custos pouco atraentes.

3.3.3 A participação do Instituto do PVC

Em julho de 2001, a Amanco e a sua principal concorrente foram ao Instituto do PVC para comunicar suas decisões e solicitar que o Instituto liderasse este movimento no Brasil. Ele prontamente assumiu esse compromisso, pois como congregador da cadeia brasileira de fabricação e transformação do PVC, participante do conselho mundial do PVC e informado sobre todas as tendências e movimentos internacionais de ataques ao PVC, percebeu que era hora, para todos, de desencadear o processo. Fato importante a ser lembrado é que o Instituto do PVC há aproximadamente um ano antes, já havia sugerido a mudança dos estabilizantes como forma de tornar os tubos e conexões mais sustentáveis.

O passo seguinte foi convidar os fabricantes de estabilizantes, Barlocher e Chemson e os fabricantes de resina de PVC, Braskem e Solvay para uma reunião no Instituto. A intenção era comunicar a decisão, envolver os demais representantes da cadeia, para que juntos pudessem organizar o movimento e conseguir a adesão dos demais transformadores de tubos e conexões de PVC do Brasil.

De acordo com Nunes (2002), os consumos de PVC no mundo e no Brasil estão representados na Fig.7. Os transformadores de tubos e conexões no Brasil consomem aproximadamente 295.000 toneladas de resina de PVC por ano e conseqüentemente em torno de 6.000 toneladas de estabilizantes à base de chumbo no período.

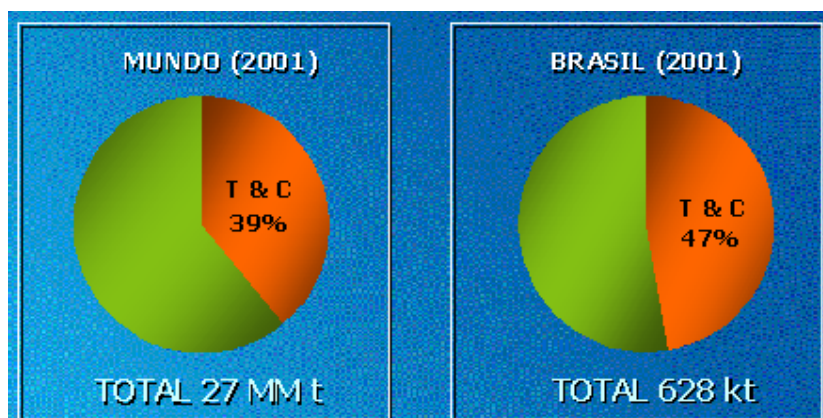


Figura 7 – Consumo de PVC no mundo e no Brasil e a produção de tubos e conexões

A data limite para a substituição (dezembro de 2004) foi bem aceita, mas a tecnologia a ser empregada ainda estava por ser decidida.

Posteriormente a Cognis, fabricante de estabilizantes, se juntou ao processo. O movimento foi tomando corpo e aconteceram várias reuniões de planejamento.

3.3.4 O estudo das tecnologias

As tecnologias que se destacaram como substitutas, num primeiro momento, foram o sistema cálcio e zinco e o estanho. Embora o estanho tenha sido cogitado mais por sua disponibilidade, o custo competitivo e ainda o fato de os demais países da Amanco, com exceção da Argentina, utilizarem-no, pesaram na escolha. Pesaram forte contra o estanho a incompatibilidade (contaminação cruzada) com o chumbo, o que se tornaria um grande problema em termos de reciclagem, especialmente se fossem considerados os resíduos de pós

consumo. Além disso, o estanho apresenta algumas formas tóxicas. A maior desvantagem do cálcio e zinco era o custo, pois representava um incremento de custo de aproximadamente 8% no composto de PVC para o processo de extrusão e de aproximadamente 20% no composto de PVC para o processo de injeção.

Os estabilizantes orgânicos, no início do processo, ainda eram muito recentes. Os fabricantes nacionais afirmavam que se tratava apenas de experiências em laboratório, de interesse exclusivo dos países nórdicos e que esta tecnologia não seria economicamente viável.

Na Feira K2001, em Düsseldorf,¹⁴⁹ o contato com os fornecedores destas tecnologias ficou mais assíduo, e experiências européias puderam ser melhores observadas pela autora deste trabalho, como um tubo de 600 mm expandido (tripla camada), fabricado com cálcio orgânico da Chemson, no fabricante Wavin.

Os estabilizantes orgânicos apresentam duas linhas distintas:

- cálcio orgânico. Trata-se de uma molécula baseada em pirimidindionas (1,3-dimetil-4-aminauracil). A patente desta molécula pertence à Crompton. A Chemson adquiriu a licença para comercializar a molécula em nível mundial. Seu nome comercial é OBS – organic based stabilizer;
- orgânicos baseados em mercaptanas, conhecidos comercialmente por OFS – organic formulated stabilizer. Trata-se de uma molécula desenvolvida pela empresa Rohm and Haas.

3.3.5 O desenvolvimento paralelo de tecnologia

No começo do processo, o custo do cálcio e zinco não representou muita preocupação para os fornecedores de estabilizantes, especialmente para a Barlocher e a Chemson,

¹⁴⁹ Esta feira acontece a cada 3 anos em Düsseldorf na Alemanha, sendo a maior e mais importante feira sobre plásticos no mundo.

principais fornecedores de chumbo. Eles sofreram muita pressão por não darem uma resposta efetiva. A variação de custos, num segundo momento, estava em torno de 6% para o composto do processo de extrusão.

Observando as tendências internacionais dos preços das matérias-primas e o preço praticado por outros fornecedores que começaram a serem envolvidos no processo, ficou constatado que os 6% estavam, realmente, muito acima do custo real. Neste momento, as áreas técnicas da Amanco e da Tigre se reuniram novamente, com o objetivo de discutir uma formulação de estabilizante que pudesse ser utilizada em compostos de extrusão para a fabricação de tubos. A formulação do composto foi trabalhada de forma ‘aberta’ (termo utilizado pelos químicos quando não trabalham com aditivos em forma de complexos). Um laboratório independente foi contratado para fazer ensaios preliminares e comprovar a qualidade do produto.

Os ensaios em laboratório foram bem sucedidos e os custos deste novo material correspondiam a menos de 2,0% na formulação do composto. Foram, então, produzidos lotes pilotos, em escala industrial, para comprovação dos resultados. A viabilidade técnica e econômica da mudança já eram tangíveis.

3.3.6 O retorno aos produtores de estabilizantes

Em outubro de 2001, reuniões independentes foram realizadas com Barlocher e Chemson. Ambas ficaram surpresas com o fato de a Amanco e seu principal concorrente trocarem informações técnicas sempre consideradas altamente confidenciais. Mas o recado das transformadoras de PVC foi o seguinte: embora fabricar estabilizantes estivesse fora do nosso negócio principal, temos condições técnicas de fabricá-los independentemente e a um custo extremamente competitivo, o que provamos através de todas as informações

disponíveis. Foram apresentados todos os materiais, quantidades, custos, condições de processo, ensaios de qualidade, etc.

O objetivo maior da Amanco e de sua maior concorrente não era fabricar estabilizantes, mas “dar um susto” nos fabricantes, que tinham preços muito diferentes dos seus, mas extremamente parecidos entre si. Depois deste episódio, a postura dos dois fabricantes realmente mudou e os preços começaram, literalmente, a cair. As incertezas que poderiam existir dos produtores de estabilizantes quanto à real substituição do chumbo foram eliminadas e muitos esforços feitos em relação ao emprego de matérias-primas alternativas, a nacionalização de algumas delas, a otimização de dosagens nos compostos, a constante evolução dos concorrentes, entre outros.

A equipe de engenharia de materiais da Amanco, através de sua experiência e de seu bem equipado laboratório de desenvolvimento de materiais, conduziu um processo muito aberto, envolvendo vários fornecedores e medindo as evoluções tecnológicas em escala de laboratório e produção a cada momento.

3.3.7 A definição da tecnologia

Após uma série de experimentos com resultados positivos, foi possível a equipe da Amanco optar pelo sistema de estabilização cálcio e zinco, baseado nos argumentos do item 3.3.4, embora o estabilizante orgânico, em especial o OBS, tivesse se mostrado uma excelente alternativa técnica e quase tão econômica. Os estabilizantes orgânicos podem ser viabilizados em um futuro não muito distante.

A Fig. 8, apresenta o impacto ambiental dos estabilizantes, conforme Nunes (2002), sendo que a criticidade cresce em relação ao topo da pirâmide.

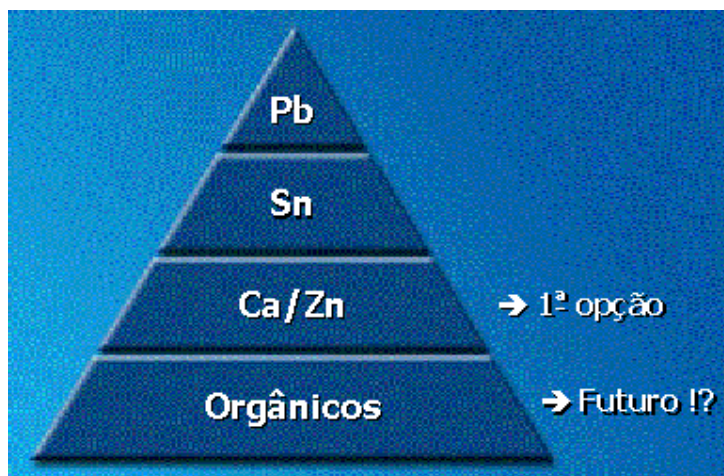


Figura 8 – Escala de impacto ambiental dos estabilizantes

De acordo com Nunes (2002), as etapas da evolução do processo de substituição do estabilizante a base de chumbo são apresentadas, através das chamadas “curvas de aprendizado”, conforme consta da Fig. 9.¹⁵⁰

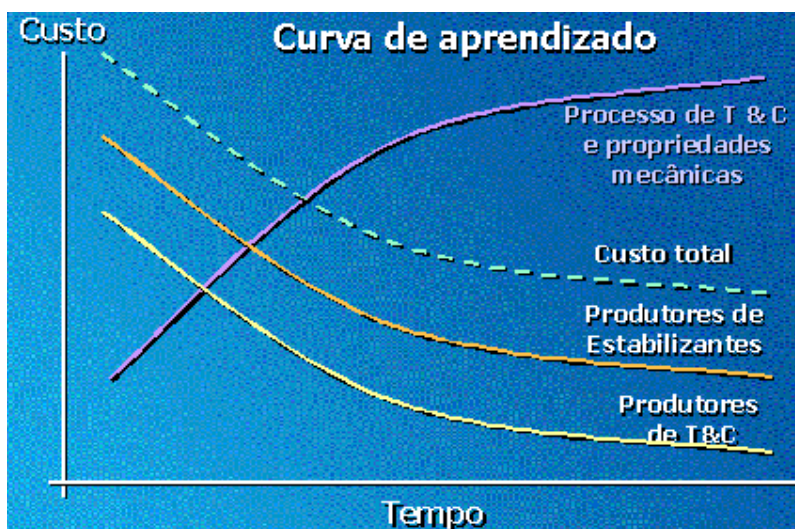


Figura 9 – Curva de aprendizado dos produtores de tubos e conexões e estabilizantes

¹⁵⁰ NUNES, Luciano Rodrigues. *Op. cit.*, p. 78.

Essa curva dos produtores de T&C – tubos e conexões, comprova que, com o passar do tempo, os custos tendem a cair devido à otimização da concentração do estabilizante, à produtividade, à disposição de embalagens e ao controle do processo de extrusão. A otimização do processo, do ponto de vista dos produtores de estabilizantes está relacionada à escala de produção, tecnologia, disposição de embalagens, transporte e controle de estoques. A curva do custo total demonstra o somatório dos custos dos produtores de tubos e conexões em comparação com os dos produtores de estabilizantes. A curva de controle de processo e propriedades mecânicas dos T&C,¹⁵¹ aumenta exponencialmente com o passar do tempo, alcançando um patamar que demonstra a maturidade do processo.

3.3.8 O envolvimento da cadeia produtiva brasileira

Finalmente, em abril de 2002, o Instituto do PVC, que estava liderando o processo, considerou oportuno convidar os demais fabricantes de tubos e conexões a se juntarem ao processo.

Nunes (2002) registrou as três etapas do programa de substituição do chumbo em tubos e conexões: decisão, debate e persuasão e implementação.¹⁵²

A etapa de decisão estava concluída, especialmente após a definição da tecnologia e da visualização da real possibilidade de se trabalhar com um incremento máximo de custos na ordem de 2% no composto de PVC. Passou-se então, à etapa de debate e persuasão envolvendo os demais fabricantes brasileiros de tubos e conexões de PVC. Segundo Nunes (2002), no Brasil, este mercado consumia 65% dos estabilizantes a base de chumbo, seguido pelo mercado de fios e cabos com 25 % e perfis rígidos com 10%.

¹⁵¹ T& C significa tu bos e conexões.

¹⁵² NUNES, Luciano Rodrigues. *Op. cit.*, p. 78.

Na fase de debate, foram apresentados aos demais transformadores de PVC a situação do PVC no mundo, as preocupações e ameaças em relação a alguns componentes e a necessidade de se buscar soluções mais sustentáveis. A decisão da Amanco e de sua principal concorrente, suas respectivas experiências, inclusive as formulações usadas no processo e a decisão conjunta em relação ao cálcio e zinco como melhor alternativa técnica. O debate teve saldo positivo para os organizadores. Os transformadores convidados ficaram convencidos da necessidade de se unirem ao processo em andamento.

3.3.9 O termo de adesão

Para formalizar o envolvimento de toda a cadeia, os associados do Instituto do PVC foram convidados a assinar o “termo de adesão” que os comprometia a substituir voluntariamente os estabilizantes de chumbo (Pb) do PVC por estabilizantes de cálcio e zinco (Ca e Zn), documento em anexo. O “termo de adesão” foi assinado em 25 de abril de 2002, pelas empresas Amanco, Asperbrás, Cardinali, DVG, Krona, Polyvin, Providência, Plastilit, Tigre, Tiletron, Tubozan e Majestic, totalizando 80% dos transformadores brasileiros de tubos e conexões de PVC, com base nos dados de outubro de 2002. (NUNES, 2002).¹⁵³

3.3.10 O cronograma de implementação

A implementação contempla três estágios distintos:

- 1) substituição voluntária até dez/2004, iniciativa a ser avaliada em dez/2003. A Amanco e algumas outras empresas pretendem antecipar a substituição no processo de extrusão para dezembro de 2003;

¹⁵³ *Idem, ibidem.*

- 2) padronização dos produtores de tubos de PVC até jan/2004. Vinculado ao acordo obrigatório para oficializar o Programa de Qualidade Assegurada de Tubos de PVC;
- 3) padronização brasileira até dez/2004. Estágio obrigatório para todos os produtores de tubos de PVC, independentemente da participação em seu Programa de Qualidade Assegurada.

Segundo Nunes (2002), dados de 2001 revelam que 19 empresas brasileiras, com uma produção anual de tubos e conexões de PVC de 350.000 ton., participam do Programa de Qualidade Assegurada de Tubos de PVC, com 95% da produção já em conformidade com os padrões estabelecidos. Em 1989, eram 7 empresas, uma produção anual de 180.000 ton., 65% dos quais conforme os padrões, o que demonstra um aumento de competitividade do setor.¹⁵⁴

3.4 Resultados da implementação do estabilizante à base Ca/Zn na Amanco Brasil

A engenharia de materiais da Amanco Brasil conduziu o desenvolvimento de estabilizantes alternativos em duas linhas distintas: os estabilizantes de extrusão e os de injeção.

3.4.1 Histórico do desenvolvimento em 2003

- Processo de Extrusão:
 - realização de 64 lotes pilotos com formulações à base Ca/Zn;
 - teste de 196.352 Kg de compostos à base de Ca/Zn;
 - fornecedores trabalhando no desenvolvimento: Chemson Ltda., Barlocher Brasil S.A., Cognis Brasil Ltda.

¹⁵⁴ *Idem, ibidem*

- Processo Injeção:
 - realização de 71 lotes pilotos com formulações à base Ca/Zn;
 - teste de 79.300 Kg de compostos à base de Ca/Zn;
 - fornecedores trabalhando no desenvolvimento: Chemson Ltda., Barlocher Brasil S.A., Cognis Brasil Ltda.

3.4.2 Cronograma de implementação na Amanco Brasil em 2003

- Processo de Extrusão:

A Fig. 10 mostra as atividades planejadas e realizadas para os compostos de extrusão, atualizado em dezembro de 2003.

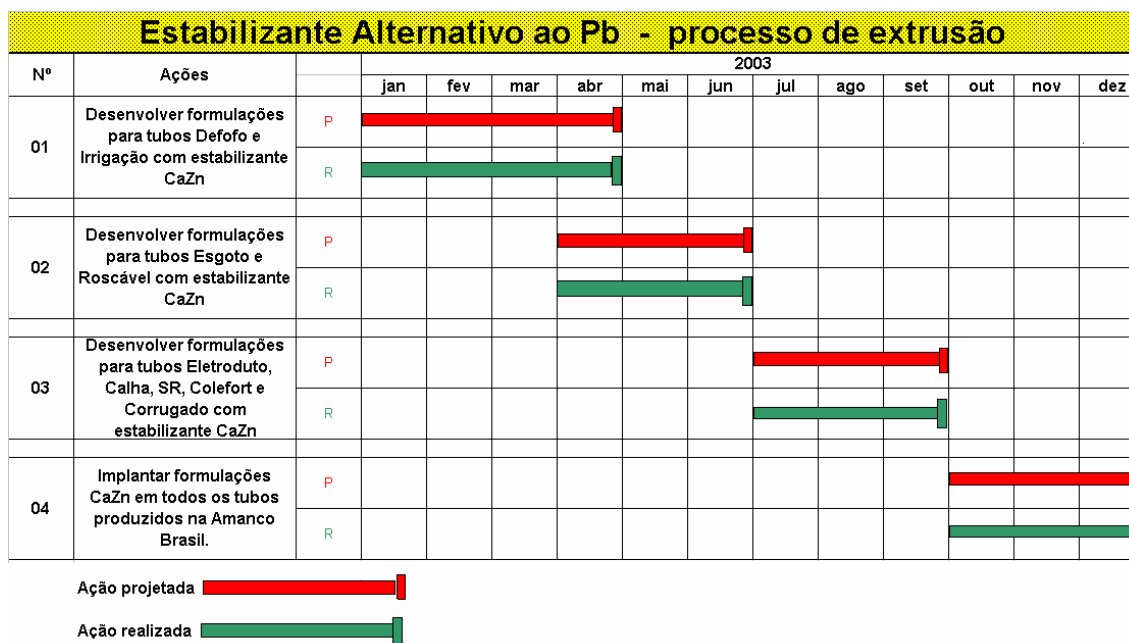


Figura 10 – Cronograma de atividades da extrusão

A Fig. 11 mostra a implementação do somatório dos compostos de extrusão em percentual, sendo que a curva do realizado está de acordo com o planejado e demonstra 95%

de cumprimento da substituição dos estabilizantes a base de chumbo no processo de extrusão. O pequeno desvio de 5% em relação ao planejado deve-se ao fato de uma linha de produtos ter apresentado dificuldades de estabilização no processo e ser necessário implementar modificações no ferramental, que não ficaram prontas no prazo acordado com o fornecedor.

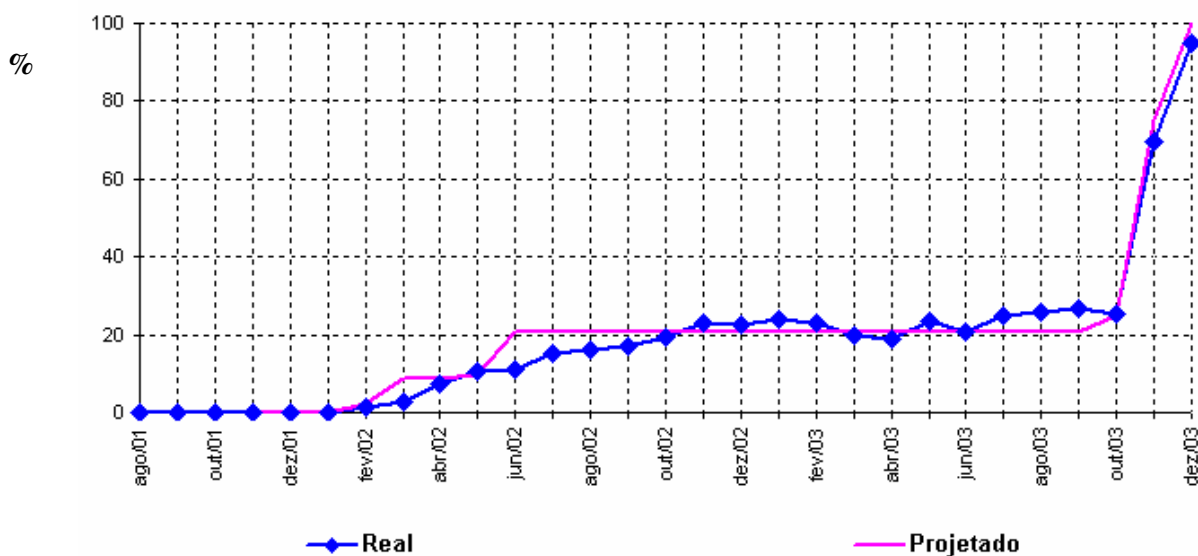


Figura 11 – Taxa de implementação dos compostos de extrusão estabilizados com Ca e Zn

- Processo de Injeção:

A Fig. 12, mostra as atividades planejadas e realizadas com os compostos de injeção.

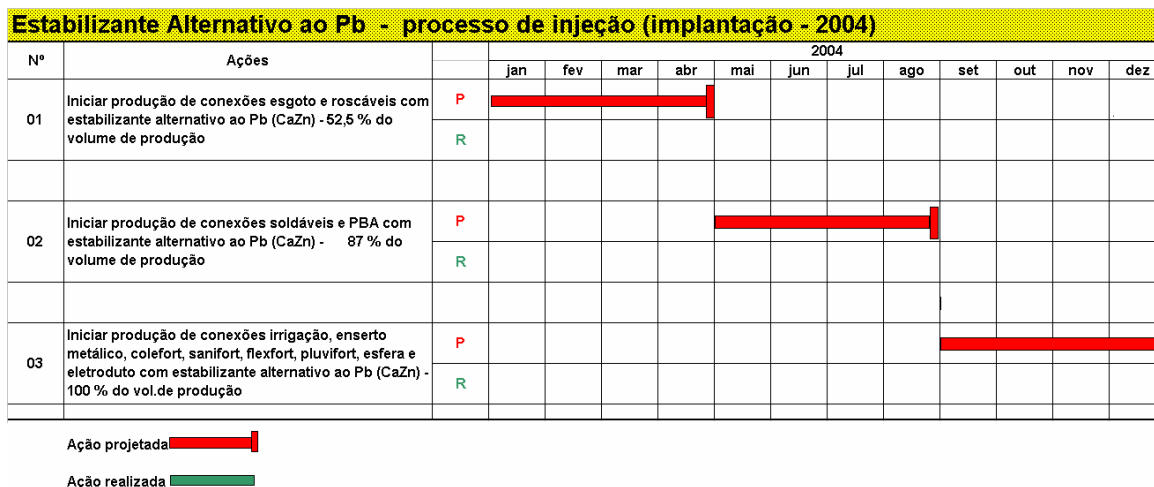


Figura 12 – Cronograma de atividades da injeção

3.4.3 Estabilizantes homologados na Amanco Brasil

- Processo de Extrusão:
 - Naftosafe CZ 3098 (Chemson Ltda.);
 - Naftosafe CZ 3032 (Chemson Ltda.);
 - Stabilox 3313 (Cognis Brasil Ltda.);
- Processo de Injeção:
 - Naftosafe DXC 1130 (Chemson Ltda.);
 - Stabilox 3251 (Cognis Brasil Ltda.)
 - Baropan R 8972 SP/1 (Barlocher Brasil S.A.);

3.4.4 Resultados dos ensaios com estabilizante a base de Ca e Zn na Amanco Brasil

- Processo de Extrusão:

- processo produtivo com excelente estabilidade;
- performance mecânica superior nos tubos estabilizados com Ca e Zn;
- aprovação em testes de longa duração (PHI) aprovados;
- evolução das propriedades mecânicas através da utilização de Carbonato de Cálcio D50 = 1,85um;
- leve amarelamento dos tubos brancos;
- custo inferior à meta estabelecida, conforme demonstra a Fig.13, que apresenta a evolução percentual do custo do composto de extrusão estabilizado com cálcio e zinco relativamente ao composto de extrusão estabilizado com chumbo.

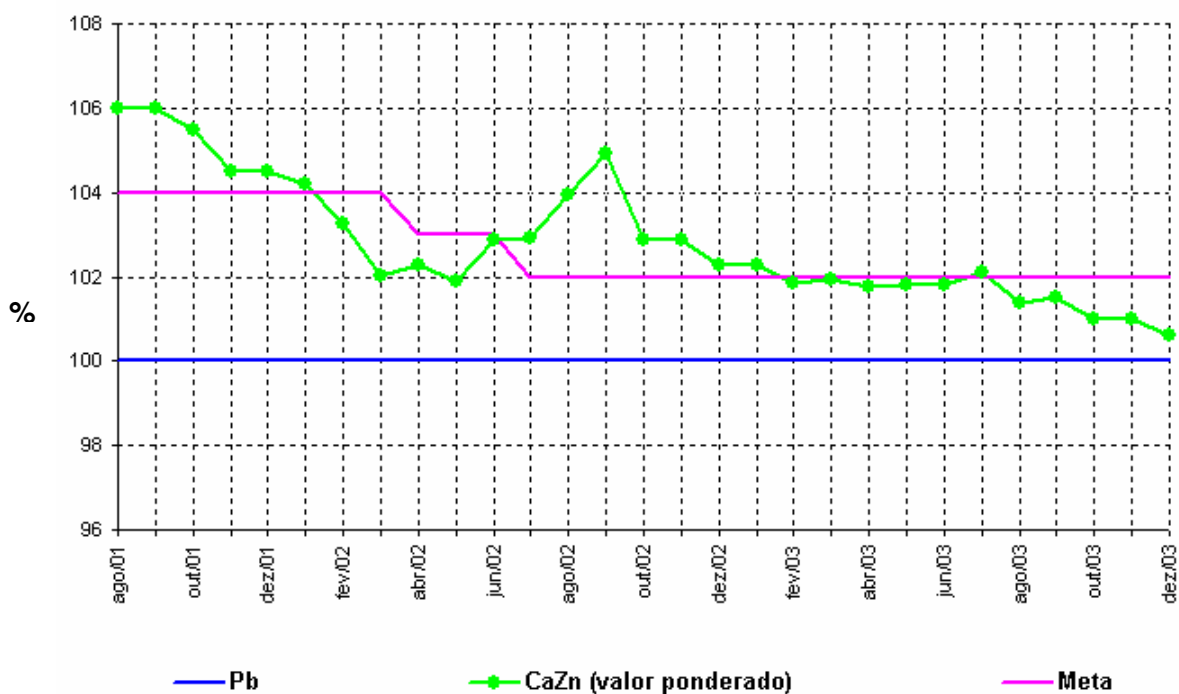


Figura 13 – Evolução dos custos dos compostos de extrusão com Ca/Zn

- Processo de Injeção:
 - processabilidade dos compostos testados semelhante à dos compostos a base de chumbo (ciclo, pressão de injeção, viscosidade);
 - janela de processamento mais estreita para compostos a base de Ca e Zn;
 - evolução progressiva na estabilidade térmica do composto;
 - propriedades mecânicas superiores (principalmente em conexões roscáveis)

3.5 Demais ações em busca da sustentabilidade

O estudo realizado pelo BAH identificou 16 pontos críticos ao longo do ciclo de vida do PVC, conforme apresentado nas Figs. 5 e 6. Outras ações buscam a sustentabilidade do PVC, tais como:

- eliminação dos pigmentos à base de metais pesados. Este projeto foi totalmente concluído em 2001, sendo todos os pigmentos substituídos por pigmentos orgânicos ou inorgânicos sem a presença de metais pesados;
- eliminação de plastificantes à base de ftalatos. Este projeto foi totalmente concluído em 2002, sendo os ftalatos substituídos por adipatos. Os ftalatos eram apenas utilizados em mangueiras de jardim (fabricadas por terceiros), nos sifões flexíveis, mangueiras de despejo e outros produtos que representam uma participação relativa muito baixa no total de produtos e volume de produção;
- política de fornecedores incluindo limite máximo de emissão de VCM para os fabricantes de resina de PVC de 3 ppm;
- política de fornecedores envolvendo auditorias nos fabricantes de matérias primas referentes a quesitos de qualidade, meio ambiente, saúde, segurança, serviço e percepção;

- incentivo a programas de reciclagem de PVC, tais como o Projeto “Troca por um mundo melhor Amanco”, implementado em Joinville a título de projeto piloto no período de nov/2003 a fev/2004;
- implementação de sistema de gestão ambiental nas unidades produtivas e certificação ISO 14001, projeto finalizado em dez/2003. A exceção são duas unidades que serão desativadas em 2004 no Brasil e na Costa Rica;
- indicadores de eco-eficiência para os processos produtivos. O grupo Amanco acompanha seus indicadores de eco-eficiência corporativamente através do reporte técnico mensal – RTM, que nada mais é do que a aplicação de balanços de massa e energia, reunindo para cada planta de cada país, indicadores como:
 - índice de scrap ou refugo;
 - índice de sobrepeso, ou seja, quanto um produto pesa a mais que seu peso teórico;
 - índice de desperdício de matérias-primas;
 - consumo e rendimento de água;
 - consumo e rendimento de energia;
 - geração de resíduos não aproveitáveis;
 - geração de resíduos aproveitáveis, entre outros;
- criação do Comitê de Materiais Amanco Plásticos – CMAP. Este comitê corporativo foi criado em 2001 e tem uma agenda de reuniões periódicas em que especialistas do Grupo se encontram para discutir tecnologia de materiais, avaliação de auditorias em fornecedores, documentos técnicos diversos, projetos de desenvolvimento a serem implementados e em andamento e avaliações de materiais conforme a guia de qualificação de cada um que contempla critérios de meio ambiente, saúde, segurança e operação e processo;

3.5.1 Relatório de Sustentabilidade

O Grupo Amanco está se preparando para publicar o terceiro relatório (referente ao ano de 2002 e 2003) de sustentabilidade nos primeiros meses de 2004. Ele segue o modelo estabelecido pelo GRI e foi auditado por uma empresa independente, no caso a KPMG *Sustainability* da Holanda. O primeiro relatório referente ao ano de 2000, foi publicado em 2001. Em 2002, foi publicado o relatório referente ao ano de 2001, quando decidiu-se pela publicação bienal do relatório.

CONSIDERAÇÕES

A avaliação de ciclo de vida é uma importante ferramenta de eco-eficiência e de ecologia industrial. Ela permite, através de balanços ambientais, avaliar os aspectos e impactos ambientais em cada fase de vida de um produto.

Além disso, trata com clareza e objetividade de questões ambientais complexas como o gerenciamento de recursos naturais, a identificação de pontos críticos de processo/produto, a otimização e o desenvolvimento de produtos, a otimização de sistemas de reciclagem para os diversos materiais e os parâmetros para atribuição de rótulo ambiental.

Neste sentido, a ferramenta pode ser útil para aproximar os ciclos industriais do tipo I (com entrada ilimitada de recursos e saída ilimitada de resíduos), conforme afirmam Graedel e Allenby (1995), dos ciclos biológicos do tipo III (que só dependem de energia), reduzindo o consumo de matérias-primas e energia e assim buscando a sustentabilidade.¹⁵⁵

A criação das normas ISO da série 14040 permitiu padronizar a metodologia para a ACV, através da definição da nomenclatura, dos princípios e procedimentos. A norma foi introduzida no Brasil em novembro de 2001.

Um dos benefícios da padronização é a transparência necessária ao relato do estudo em seu contorno (considerações e desconSIDERAÇÕES do estudo), a qualidade dos dados utilizados e a forma de interpretação dos resultados. Também estabelece restrições e cuidados necessários para a realização de estudos comparativos que serão disponibilizados ao público, contemplando, assim, a obrigatoriedade de uma análise crítica externa.

¹⁵⁵ GRAEDEL, T. E.; ALLENBY, B. R. Op. cit., p. 17.

A metodologia de ACV apresenta algumas limitações no que respeita à avaliação de impactos, especialmente na ponderação, através de uma escala de importância, que busca um indicador único de desempenho ambiental para o produto ou serviço. Os indicadores devem servir para comprovar as variações nos impactos causadas pelas mudanças de processo, auxiliando os tomadores de decisão a seguir opções tecnológicas consideradas ambientalmente mais compatíveis.

Os resultados de um estudo de ACV devem ser analisados periodicamente, já que os processos são continuamente modificados por novas tecnologias. Assim, é possível que os indicadores desenvolvidos variem ao longo do tempo e não mais sejam adequados para representar com fidelidade a realidade do processo e do produto.

O Brasil ainda não possui um banco de dados público para consulta de dados para estudos de ACV e ainda são muito poucos os profissionais capacitados a trabalhar com este tema. É importante que o governo brasileiro e as empresas se interessem pela realização de estudos de ACV, bem como disponibilizem seus dados a fim de montar bancos de dados públicos representativos.

Os estudos de ACV foram de fundamental importância para o delineamento do programa **VINIL 2010** na Europa e para a decisão do Grupo Amanco de iniciar a busca da sustentabilidade do PVC.

A Comissão das Comunidades Europeias elaborou o Livro Verde sobre aspectos ambientais do PVC num momento em que surgiam muitas opiniões científicas, técnicas e econômicas divergentes quanto ao seu impacto sobre a saúde e o meio ambiente. O documento identificou e explicou várias questões relativas ao impacto do PVC ao longo do ciclo de vida, tendo dado ênfase à utilização de aditivos como estabilizantes e plastificantes e ainda à gestão dos resíduos de PVC.

A cadeia produtiva do PVC européia, através de uma iniciativa pioneira, assumiu o desafio do desenvolvimento sustentável e estabeleceu um compromisso voluntário da indústria do PVC, VINIL 2010, que abrange os 15 estados membros da Comunidade Européia e mais a Noruega e a Suíça.

O VINIL 2010 envolve várias ações e metas a serem alcançadas ao longo do ciclo de vida do PVC. No que concerne à substituição dos estabilizantes a base de chumbo, a meta é reduzir seu emprego a um terço dos níveis atuais até 2010, e totalmente até 2015. A Inglaterra se antecipou a esta meta e realizou em 2003, através de legislação específica, a eliminação dos estabilizantes a base de chumbo dos tubos de PVC destinados à condução de água potável.

A Comissão das Comunidades Européias concluiu que as melhores substâncias alternativas são os estabilizantes à base de cálcio e zinco. No entanto, por razões técnicas e econômicas, a indústria européia não deseja proceder à substituição imediata dos estabilizantes à base de chumbo, embora esteja disposta a investigar os riscos relacionados à utilização do chumbo. Ela é responsável por controlar o cumprimento dos compromissos voluntariamente assumidos pela indústria e a fornecer periodicamente ao Parlamento Europeu informações sobre a questão. Os acordos voluntários são apoiados e promovidos pela Comissão das Comunidades Européias e não devem ser aleatoriamente substituídos por regulamentações legislativas. Foi um movimento bastante democrático, com decisão final muito coerente. A sustentabilidade ambiental do PVC é um desafio e pode ser alcançada através de uma série de ações que promovam melhorias no processo e nos produtos ao longo do ciclo de vida do produto.

Atualmente não existem restrições legais na Europa aos produtos de PVC. Em 1999, a Dinamarca impôs uma taxa ambiental aos produtos de PVC. A taxa era de 2 DKK/kg de PVC (aproximadamente 0,25 Euro/kg) e 7 DKK/kg de ftalato (aproximadamente 1 Euro/kg). Existia uma tendência do Parlamento Dinamarquês considerar o PVC rígido uma exceção a

esta regra. No final de 2003 e início de 2004, o Ministro do Meio Ambiente dinamarquês anunciou a retirada das eco-taxas contra o PVC para reconhecer os esforços pela reciclagem do PVC no país pois a prioridade do governo de manter o PVC fora do fluxo de resíduos para incineradores foi conseguida. Atualmente na Holanda, não existem mais restrições às embalagens de PVC. Existem em algumas cidades européias, restrições à compra de produtos de PVC, impostas através de procurações públicas para a administração das cidades. No entanto, esta situação é alterada com frequência.

Por outro lado, militantes do *Greenpeace* apontaram os problemas e pressionaram os responsáveis diretos. A cadeia produtiva do PVC européia teve que encarar desafios técnicos, sociais e econômicos para melhorar seu desempenho e defender seus negócios e sua imagem.

A preocupação com o cloro, o elemento do diabo, segundo o *Greenpeace*, faz sentido quando se pensa em materiais persistentes como os CFC's ou extremamente tóxicos como os PCB's, mas é extremista quando se pensa no cloro como um agente de desinfecção. Basta citar a calamidade ocorrida no Peru quando as autoridades locais resolveram banir o cloro e tiveram, em 1991, conseqüências severas como a cólera, que se propagou para 21 países e atingiu 1,2 milhões de pessoas. Em vários países da Europa o cloro não é usado no tratamento da água mas, por outro lado, existe um certo temor em relação às bactérias como a *Legionella*, encontradas em fontes públicas, sistemas de ar condicionado, chuveiros e demais sistemas onde a água fica armazenada em reservatórios.

O PVC é certamente um material versátil e com certeza a melhor opção quando se trata de condução de fluídos e sistemas de construção civil ou sistemas de longa vida útil. Quando comparado aos materiais alternativos, a consultoria Booz Allen Hamilton¹⁵⁶ concluiu que o PVC se destaca como material para tubulações devido à sua performance técnica e características de engenharia, como auto-extinção à chama, custo e impactos ambientais.

¹⁵⁶ BOOZ ALLEN; HAMILTON. **Assessing environmental issues associated with the PVC pipe industry:** a summary report prepared for AMANCO. San Jose, October, 2001. (Documento interno).

Materiais alternativos que demonstram performance superior ficam limitados a usos específicos como tubulação de alta pressão e condução de água quente.

O PVC ainda se destaca pela resistência à corrosão, resistência química, estanqueidade de juntas, menor rugosidade das tubulações, facilidade da produção industrial de tubos, conexões e acessórios, rapidez, facilidade e economia na instalação, baixo peso e desempenho hidráulico.

Entretanto, talvez o PVC seja uma alternativa que requeira maior atenção para produtos de curta vida útil como embalagens ou produtos com mistura de materiais que não permitam a fácil desmontagem, identificação e a consequente reciclagem conforme orientam os conceitos do DFE – *design for environmental* (como projetar para a desmontagem, projetar para a reciclagem, etc.). Na Europa esta limitação já está sendo superada com o uso de novas tecnologias como o *Vinyloop*¹⁵⁷ que proporciona uma nova vida ao PVC que é recolhido em sistemas de coleta seletiva.

O PVC foi bastante estudado ao longo do seu ciclo de vida, por diversos pesquisadores. Uma eventual política de substituição do PVC em determinadas aplicações teria que ser sustentada por uma avaliação exaustiva dos impactos ao longo do ciclo de vida dos materiais alternativos.

Grande parte das acusações feitas ao PVC são infundadas e carecem de comprovação científica. As que foram comprovadas, como por exemplo o fato de o VCM ser cancerígeno, foram resolvidas com o estabelecimento de severa regulamentação de higiene ocupacional. De qualquer modo, os processos de produção de PVC requerem normas rigorosas de controle

¹⁵⁷ O Grupo Solvay colocou em operação em 2002 a primeira unidade a empregar a tecnologia *Vinyloop*, patenteada e desenvolvida pela companhia, em Ferrara, Itália.

das emissões, uma vez que podem liberar substâncias tóxicas. Isto é igualmente possível no processo de produção dos seus compostos, em que é importante garantir a proteção da saúde e a segurança dos trabalhadores.

As avaliações de riscos relativas à utilização dos plastificantes à base de ftalatos ainda não foram totalmente concluídas, mas um fato importante é que o DEHP teve sua classificação rebaixada no IARC de 2B para 3,¹⁵⁸ pelo fato de ter sido comprovado que o mecanismo no qual o DEHP causa câncer em ratos não tem relevância para humanos. Além disto, outros plastificantes isentos de ftalatos estão disponíveis como opções tecnicamente viáveis.

Os compostos a base de chumbo são tóxicos e perigosos para o ambiente. Os estabilizantes a base de cádmio são tóxicos ou extremamente tóxicos. O dioctil-estanho pode ser tóxico para o sistema imunitário, embora este efeito aparentemente não tenha sido observado em outros compostos organoestânicos. Uma avaliação de risco para a utilização de chumbo está sendo conduzida na Europa. No entanto, conforme mencionado anteriormente, os estabilizantes a base de cálcio e zinco são as melhores alternativas técnicas no momento.

A geração dos resíduos de PVC é um aspecto importante na avaliação de seu impacto ambiental. As opções usuais de gestão dos resíduos de PVC são: reciclagem mecânica, reciclagem química, incineração e deposição em aterros. Atualmente uma nova tecnologia está sendo implementada, trata-se do processo Vinyloop® que solubiliza o PVC em solvente, possibilitando a separação de materiais como fibra, alumínio, aço, etc. A reciclagem mecânica é a técnica mais utilizada e deve cada vez mais ser estimulada, seja pela cadeia do PVC, seja pelo governo, embora não permita obter, em termos de qualidade do produto, um equivalente da matéria-prima virgem. Mas, sem dúvida, é possível aumentar sua proporção e buscar novas

¹⁵⁸ Segundo a IARC a categoria 2B significa que uma substância é classificada como possível carcinogênico para humanos e a categoria 3 que significa que a substância não é classificada como carcinogênico para humanos.

alternativas de produtos e promover-lhe o desenvolvimento técnico e econômico, sendo certamente um caminho para a sustentabilidade, especialmente por ser uma excelente oportunidade para promover a inclusão social em diversos pontos deste processo, pela possibilidade da reciclagem gerar postos de trabalho e contribuir para a proteção ambiental.

Entretanto existem controvérsias em relação à reciclagem. De acordo com Montibeller-Filho (2003),¹⁵⁹ há um posicionamento que pode ser classificado de pessimista a respeito das possibilidades da reutilização do lixo, devido ao fato de a reciclagem de materiais encontrar limites que impedem o desenvolvimento de todo o seu aparente potencial. As principais limitações enfrentadas pela reciclagem são:

- a reciclagem é uma contribuição, mas não é uma solução, dado o pequeno potencial de materiais que podem ser reutilizados (contando com a tecnologia atual é algo entre 10% e 15%, segundo pesquisa feita nos EUA) em relação ao volume de produção total de lixo;
- é possível que o processo de reciclagem gaste mais energia e materiais que aqueles empregados quando a produção é feita a partir de matéria-prima no lugar do material secundário, o que é importante avaliar;
- o volume de resíduos e de efeitos negativos resultantes do próprio processo de reciclagem, tais como poluição sonora e efluentes químicos, líquidos, gasosos etc. não podem ser negligenciados;
- a viabilização econômica do processo deve ser pensada. Os custos, se fossem arcados ou compensados pela iniciativa privada, que produzirá a nova mercadoria, ainda tornariam o produto barato e viável no mercado?;

¹⁵⁹ MONTIBELLER-FILHO, Gilberto. Reciclagem não é a solução. **Revista Nexus**, 23.01.2003. Disponível em: <<http://www.revistanexus.com.br/php1/box/desta10g.php>>. Acesso em: 20 jan. 2004.

- parte dos gastos da reciclagem só é viabilizado através de subsídios sociais, direta ou indiretamente, da seleção prévia e gratuita de materiais recicláveis (papelão, plásticos, latas etc.).

Mesmo com uma postura tão crítica, o economista não deixa de reconhecer a importância das iniciativas em andamento.

Sem dúvida todo processo de reaproveitamento de resíduos é uma contribuição relevante para o meio ambiente, seja pelo lado de que evita o descarte, seja por diminuir a utilização de recursos naturais. Mas longe de serem vistos como um impedimento para que novas pesquisas sejam implementadas, eles deveriam servir como alerta para a necessidade de mais investimentos, além de servir de ponto de partida para estudos futuros que podem amenizar um dos maiores problemas sociais de nosso tempo (MONTIBELLER-FILHO, 2003).¹⁶⁰

Obviamente, todos os pontos levantados por Montibeller-Filho devem ser considerados. Na verdade, no custo das matérias-primas é que deveriam ser internalizados os custos das externalidades provocadas na extração dos recursos naturais ao meio ambiente e os custos sociais decorrentes da extração. Do mesmo modo, os produtos deveriam contemplar o custo das externalidades provocadas no seu fim de vida, a exemplo como o que já acontece hoje com alguns produtos na Dinamarca. Deste modo, é muito provável que a reciclagem seja um bom negócio.

Em relação à disposição final, a maior parte dos resíduos da indústria ou dos consumidores de PVC é depositada em aterros, o que pode ser a melhor alternativa. A lixiviação de metais pesados dos produtos de PVC rígidos depositados em aterro, não representam um risco significativo. Já a lixiviação de plastificantes dos produtos flexíveis talvez merecesse estudos adicionais.

¹⁶⁰ *Idem, ibidem.*

Na incineração de resíduos são necessários agentes para neutralizar os gases ácidos produzidos como o ácido clorídrico. Os resíduos sólidos resultantes do tratamento das emissões de gases são perigosos, devendo ser depositados num aterro industrial. A utilização de resíduos de PVC como combustível nos altos-fornos e nos fornos de cimento deve ser avaliada tecnicamente com muita cautela e devem estar sujeitas às mesmas normas de limitação das emissões e de tratamento dos resíduos em todos os tipos de combustão. A relação entre PVC e dioxinas em incineradores já foi muito estudada e a comunidade científica reafirma que a geração dessas substâncias está ligada às condições de queima e não ao teor de cloro.

O consumo de energia, em toda a cadeia, pode ser trabalhado através de procedimentos e da adoção de boas práticas empresariais. O estabelecimento de indicadores de eco-eficiência demonstram ser a alternativa mais lógica e adequada para conhecer, controlar e medir a evolução do desempenho de uma única operação ou de diversas operações (*benchmarking*). Além disto, o PVC é uma opção inteligente de consumo de energia se compararmos seu desempenho com o de outros materiais plásticos.

O menor consumo de petróleo ou gás para a produção de PVC também é uma vantagem já que é o material que consome menos hidrocarboneto não renovável. Apenas 43% deste material entra em sua composição.

Frente ao exposto, o PVC não pode ser considerado um material inerentemente insustentável ambientalmente. Conforme Preusker (1995), por um longo tempo, o PVC foi simbolicamente considerado como o inimigo número 1 de muitos ambientalistas. Hoje, o julgamento do PVC e dos plásticos em geral é considerado como um dos dez pequenos erros dos verdes.¹⁶¹

¹⁶¹ PREUSKER, 1995 *apud* “ten little errors of the greens”, WOCHENPOST, April 6, 1995.

Os fabricantes de resina de PVC e os transformadores de PVC têm, na verdade, uma grande tarefa a ser cumprida em diversos pontos do ciclo de vida do material. A busca da sustentabilidade ambiental é certamente uma alternativa possível. Os compromissos assumidos pela indústria européia devem servir de referência para as demais. Nas demais regiões do mundo, países, instituições de classe ou associações de fabricantes e transformadores ou ainda estes isoladamente deveriam seguir o exemplo europeu.

O Brasil, através da influência do Grupo Amanco e através dos trabalhos do Instituto do PVC que conduz o “Compromisso de Substituição Voluntária do Estabilizantes de Chumbo (Pb) por Cálcio/Zinco (Ca e Zn)” promoverá a substituição em 80% da cadeia até dezembro de 2004, após o que procederá a normalização, proporcionando a completa eliminação do chumbo. Acredita-se também que o chumbo terá o seu fim de vida como estabilizante de PVC para tubos e conexões no Brasil devido ao fato de que com o aumento da demanda de Ca e Zn, este se tornará mais atrativo economicamente do que o Pb, o que comprovará o alcance da sustentabilidade econômica, que é uma das dimensões prevista por Sachs (1993),¹⁶² conforme demonstra a tendência apresentada pelos resultados constantes da Fig. 12.

A iniciativa brasileira proporcionará a substituição do chumbo em um tempo extremamente menor do que o tempo acordado na Europa, que concluirá a substituição somente no ano de 2015. Por outro lado, o movimento brasileiro limitou-se ao uso dos estabilizantes ao passo que o **VINIL 2010** é um movimento muito mais amplo em termos de ações e abrangência política.

A decisão do Grupo Amanco de iniciar o processo de transformar o PVC em um material ambientalmente mais seguro é uma atitude de uma empresa pró-ativa, ética e que

¹⁶² SACHS, Ignacy. *Op. cit.*, p.25.

demonstra ter internalizado o conceito do desenvolvimento sustentável na sua estratégia e na gestão do dia à dia.

Sua decisão de substituição dos estabilizantes à base de chumbo foi calcada em análises de ciclo de vida e além disto, a Amanco não esperou as avaliações de risco dos estabilizantes e plastificantes que estão sendo conduzidas na Europa e que poderiam indicar o percentual seguro de utilização destes materiais. Ademais, o Grupo Amanco está trabalhando em vários outros pontos da cadeia do PVC, com destaque para as auditorias nos fornecedores, o controle do residual de VCM na fabricação das resinas de PVC, a eliminação de ftalatos, a eliminação de pigmentos a base de metais pesados, os indicadores de eco-eficiência corporativos, entre outros.

Sua capacidade de influência sobre os concorrentes e toda a cadeia do PVC para voluntariamente substituírem os estabilizantes de PVC, é digna de destaque, pois na busca da sustentabilidade, numa visão mais ampla – parcerias são feitas para obter vantagens competitivas (CORAL, 2002)¹⁶³. Além disto, todos os fatores apontado na Tabela 1, estão presentes no estudo de caso, o que faz a Amanco uma empresa preocupada acima de tudo com a sustentabilidade fundamentada em competitividade, responsabilidade social e proteção ambiental.

¹⁶³ CORAL, Elisa. *Op. cit.*, p.22. ver Tabela1.

CONCLUSÕES

As razões que levaram o Grupo Amanco a adiantar-se na busca da sustentabilidade ambiental do PVC foram diversas. Em primeiro lugar, a pressão de grupos ambientalistas, em especial o *Greenpeace*, que pediam a eliminação do PVC na Europa e outros continentes, já nos anos 90. Além disso, houve um grande protesto da sociedade européia contra o material, do governo que organizou debates e das empresas usuárias de produtos de PVC, como os varejistas na Inglaterra, que pressionaram pela eliminação do material. Enfim, houve um movimento mundial contra o PVC.

Todos esses movimentos alegavam os efeitos negativos sobre o meio ambiente e a saúde humana identificados ao longo do ciclo de vida do material, tais como a utilização de cloro, a utilização de aditivos como estabilizantes baseados em metais pesados e plastificantes baseados em ftalatos, as emissões de VCM – substância comprovadamente cancerígena–, a gestão dos resíduos e as emissões de dioxinas, entre outros pontos críticos.

A necessidade de se cumprir padrões mais restritos para assegurar a própria sobrevivência do negócio PVC também se mostrou um argumento de peso. À época, o meio ambiente já era visto como oportunidade adicional de eficiência e competitividade, ao invés de ser um aspecto que não merecia interesse, cuja única preocupação era a de cumprir obrigações legais.

O Grupo Amanco assumiu postura de vanguarda em relação à busca da sustentabilidade do PVC, por ser uma empresa comprometida com o desenvolvimento sustentável, objetivo definido em sua estratégia empresarial, visão e valores. Decidiu, então, implementar as práticas ambientais que tornassem possível a redução dos riscos identificados

ao longo do ciclo de vida do PVC. Isso equivale a dizer que a Amanco adotou um comportamento ambiental pró-ativo ao invés de adotar posturas passivas e reativas.

Seus líderes usaram a estratégia de apoiar-se no Instituto do PVC para envolver e persuadir a cadeia produtiva do PVC no Brasil, incluindo os transformadores de tubos e conexões, os fabricantes de resina de PVC e os de estabilizantes com a finalidade de promover o movimento brasileiro de substituição dos estabilizantes a base de chumbo por sistemas de cálcio e zinco.

Supõe-se que a vantagem que esperam alcançar é o reconhecimento das partes interessadas como empresa socialmente responsável e que preserva o meio ambiente, procurando competitividade com a ajuda do próprio meio ambiente como oportunidade de negócio. O resultado esperado é o sucesso perante os clientes e o fortalecimento da marca pelo fato de utilizarem uma matéria-prima ambientalmente mais segura. Usufruir da vantagem do pioneirismo, e o conseqüente aumento da rentabilidade, não se caracteriza como vantagem, já que o projeto foi compartilhado com a cadeia brasileira do PVC, fator extremamente importante que fez a substituição do chumbo pelo cálcio e zinco estar muito próxima de alcançar a sustentabilidade econômica pela conseqüente diminuição de custos e aumento de demanda do produto.

O governo e as indústrias da Europa, frente aos movimentos contrários à utilização do PVC, responderam prontamente: o governo promoveu audiências públicas ou debates e estudos para esclarecer a polêmica e as indústrias da cadeia do PVC se uniram para estabelecer um acordo voluntário em busca da sustentabilidade.

É importante, também, definir a ferramenta de análise do ciclo de vida de produtos e sua utilidade na busca da sustentabilidade ambiental. É possível, através de balanços ambientais, avaliar os aspectos e impactos ambientais em cada fase de vida de um produto; tratar com clareza e objetividade as questões ambientais complexas como o gerenciamento de

recursos naturais, identificar pontos críticos de processo/produto, otimizar e desenvolver produtos, otimizar sistemas de reciclagem para os diversos materiais e criar parâmetros que permitam atribuir rótulo ambiental. Todas as iniciativas fornecem dados para as decisões a serem tomadas, como as melhorias a serem implementadas no processo ou no produto. A padronização da técnica foi introduzida no Brasil através da NBR ISO 14040, publicada em novembro de 2001. O programa **VINIL 2010** e a postura do Grupo Amanco foram fortemente baseados por esta ferramenta de gestão ambiental.

A sustentabilidade ambiental do PVC é um desafio a ser buscado continuamente, pois novas ações podem ser implementadas ao longo do ciclo de vida do PVC, minimizando os riscos ambientais e à saúde humana que o material apresenta. Iniciativas como a do **VINIL 2010** e do Grupo Amanco, através da Amanco Brasil, demonstram esforços neste sentido. Cada avanço em direção a sustentabilidade, no entanto, é uma etapa de melhoria e de minimização dos riscos do produto ao meio ambiente ou à saúde humana.

O papel do Brasil frente às tendências mundiais de utilização de estabilizantes a base de metais pesados, em especial a Comunidade Européia, é um marco e um exemplo a ser seguido, pois o Brasil planeja concluir o processo de substituição do chumbo no final de 2004, enquanto a Europa, através do acordo voluntário, concluirá o processo até o ano de 2015.

Esse trabalho de dissertação abre perspectivas para o estudo da gestão dos resíduos de PVC, em especial as reciclagens mecânicas e químicas, a deposição em aterros e a destruição térmica, estabelecendo a viabilidade técnica e econômica. Também alerta para a necessidade de acompanhar o cumprimento do acordo voluntário **VINIL 2010** e o andamento do tema no Parlamento Europeu. No caso específico do Brasil, fica a sugestão de acompanhar os trabalhos do Grupo Amanco e o cumprimento do termo de adesão cuja finalidade é a substituição dos estabilizantes baseado em chumbo.

BIBLIOGRAFIA

ALMEIDA, Fernando. **O Bom negócio da sustentabilidade**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2002.

AMANCO. **Impactos generados por el uso de polietileno de alta densidad, polipropileno e PVC**. Bogotá, 2001. (Documento interno).

AMANCO. **Plomo**. Bogotá, 2001. (Documento interno).

AMANCO. **Reporte de sostenibilidad 2001**. San José, 2002. Disponível em: <http://www.amanco.com/Nueva/CostaRica/nucr0019.nsf/html/desarrollo.html>>
Acesso em: 28 dez. 2003.

ARAÚJO, Alexandre Feller de. **A Aplicação da metodologia de produção mais limpa: estudo em uma empresa do setor de construção civil**. 2002. 121 f. Dissertação (Mestrado do Programa de pós-graduação em engenharia de produção). UFSC, Florianópolis, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR ISO 14040: Gestão ambiental – avaliação do ciclo de vida – princípios e estrutura**. Rio de Janeiro, ABNT, 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 8219: tubos e conexões de PVC - verificação do efeito sobre a água**. Rio de Janeiro, ABNT, 1999.

BARBIERI, José C. **Desenvolvimento e meio ambiente: as estratégias de mudança da Agenda 21**. Rio de Janeiro: Vozes, 1997.

BOOZ ALLEN; HAMILTON. **Assessing environmental issues associated with the PVC pipe industry**: a summary report prepared for AMANCO. San Jose, October, 2001. (Documento interno).

BOOZ ALLEN; HAMILTON. **Assessment of environmental issues associated with the PVC industry and with Amanco's role in it**: Grupo AMANCO – Executive summary. San Jose, May, 2001. (Documento interno).

BOUSTEAD, I. **Eco-profiles of the European plastics industry**. Report 6: Polyvinyl Chloride. Brussels: Association of Plastics Manufacturers in Europe – APME, 2nd edition, 1998.

CADOGAN, David. **Ftalatos na Europa: uma análise da situação atual e perspectivas**. In: INSTITUTO DO PVC, Fevereiro, 2000.

CALLENBACH, Ernest et al. **Gerenciamento ecológico**. 9. Ed. São Paulo: Cultrix/Amaná, 1993.

CONSELHO EMPRESARIAL BRASILEIRO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. **RIO + 10, a posição do CEBDS**. Disponível em: <<http://www.cebds.com>>. Acesso em: 10 out. 2002.

CHEHEBE, José Ribamar B. **Análise do ciclo de vida de produtos**: ferramenta gerencial da ISO 14000. Rio de Janeiro: Qualitymark Ed., 1998.

COMISSÃO DAS COMUNIDADES EUROPEIAS. **Livro verde**: aspectos ambientais do PVC. Bruxelas: Serviço da Publicações Oficiais das comunidades Européias, 2000. Disponível em: <<http://europa.eu.int/comm/environment/waste/pvc/pt.pdf>>. Acesso em: 28 dez. 2003.

COMISSÃO DAS COMUNIDADES EUROPEIAS. **Opções para um futuro mais verde**: a União Européia e o meio ambiente. Bruxelas: Serviço da Publicações Oficiais das Comunidades Européias, 2002.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO – CMMAD. **Nosso futuro comum**. Rio de Janeiro: FGV, 1991.

COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES. **White paper**: strategy for a future chemicals policy. Brussels: European Commission, 2001.

CORAL, Elisa. **Modelo de planejamento estratégico para a sustentabilidade empresarial**. 2002. 282 f. Tese (Doutorado do Programa de pós-graduação de Engenharia de Produção). UFSC, Florianópolis, 2002.

EVERARD, Mark; MONAGHAN, Mike; RAY, Diana. **PVC**: an evaluation using the natural step framework. Bristol: The natural Step UK and Environmental Agency, 2000.

FORREST; JOLLY; HOLDING; RICHARDS. Emissions from Processing Thermoplastics. **Annals of occupational hygiene**, Vol. 39, No. 1, 1995, pp. 35-53.

Global vinyl conference, 10 th., 2002. Rio de Janeiro. 1 CD-ROM.

GRAEDEL, T. E.; ALLENBY, B. R. **Design for environment**. New Jersey: Prentice-Hall, 1996.

GRAEDEL, T. E.; ALLENBY, B. R. **Industrial ecology**. New Jersey: Prentice-Hall, 1995.

GREENPEACE. **What's wrong with PVC?** The science behind a phase-out of polyvinyl chloride plastics. [1997]. Disponível em: <<http://www.Greenpeace.org>>. Acesso em: 29 dez. 2003.

GUILLEM, Mabel. **El PVC en la perspectiva de ciclo de vida**: Petroquímica Colombiana - PETCO. In: COMITE TECNICO GRUPO AMANCO, 2001. Lima, 2001.

HOLLIDAY, Charles O.; SCHMIDHEINY, Stephan; WATTS, Phillip. **Cumprindo o prometido:** casos de sucesso de desenvolvimento sustentável. Tradução Afonso Celso da Cunha Serra. Rio de Janeiro: Campus, 2002. Tradução de: Walking the talk.

HYDRO POLYMERS LIMITED. **Public environmental statement 2000 (EMAS).** Durham, England, 2001. Disponível em: <<http://www.hydropolymers.co.uk>>. Acesso em: 2001.

INSTITUTO DO PVC. **Contribuição do PVC para o desenvolvimento sustentável.** São Paulo, 2003.

INTERNATIONAL STANDARIZATION FOR ORGANIZATION. **ISO 14041:** Enviromental management – life cicle assessment – goal and scope definition and inventory analysis. Geneve, 1998.

INTERNATIONAL STANDARIZATION FOR ORGANIZATION. **ISO 14042:** Enviromental management – life cicle assessment – life cicle impact assesement. Geneve, 2000.

INTERNATIONAL STANDARIZATION FOR ORGANIZATION. **ISO 14043:** Enviromental management – life cicle assessment – life cicle interpretation. Geneve, 2000.

INTERNATIONAL STANDARIZATION FOR ORGANIZATION. **ISO TR 14049:** Enviromental management – life cicle assessment – examples for application of ISO 14041 to goal scope definition and inventory analysis (technical report). Geneve, 2000.

INTERNATIONAL STANDARIZATION FOR ORGANIZATION. **ISO 14031:** Enviromental management – environmental performance evaluation – guidelines. Geneve, 1999.

INTERNATIONAL STANDARIZATION FOR ORGANIZATION. **ISO 17422:** Plastics – enviromental aspects – general guidelines for their inclusion in standards. Geneve, 2002.

KRÄHLING, H. **Life cycle assessments of pvc products:** green guides to ecological sustainability. Bonn: Ecomed Publishers, Vol. 6, 1999.

LEADBITTER, Jason. PVC and sustainability. **prog. polym. Sci.** 27 (2002) 2197-2226.

LORA, Electos. **Prevenção e controle da poluição no setor energético industrial de transporte.** Brasília: ANEEL, 2000.

MEIO AMBIENTE INDUSTRIAL. **A Aplicação da análise de ciclo de vida no Brasil.** São Paulo: Ed. Tocalino, n. 41, p. 72-80, mar./abr. 2003.

MONDARDO, Milton Filho; FRANK, Beate; ZIMMERMANN Regina Célia. Gerenciamento ambiental de produtos e processos – medição de seu desempenho através de indicadores de eco-eficiência. In: Congresso Brasileiro Gestão de Desenvolvimento de Produto, 4., 2003, Gramado. **Anais do 4º CBGDP.** Gramado, 2003.

MONDARDO, Milton Filho; ZIMMERMANN Regina Célia. Balanços ambientais suportados por computador – gestão ambiental de produtos e processos pelo estabelecimento de seus indicadores de eco-eficiência. In: Ecotecnológica, 2003, Curitiba. **Anais do Ecotecnológica**, Curitiba, 2003.

MONTIBELLER-FILHO, Gilberto. Reciclagem não é a solução. **Revista Nexus**, 23.01.2003. Disponível em: <<http://www.revistanexus.com.br/php1/box/desta10g.php>>. Acesso em: 20 jan. 2004.

MONTIBELLER-FILHO, Gilberto. A Economia do desenvolvimento. **Caderno digit@l de informação sobre energia, ambiente e desenvolvimento, entrevistas**. Dez., 2001. Disponível em: <<http://www.guiafloripa.com.br/energia/entrevistas/gilberto.php>> Acesso em: 20.jan.2004.

MONTIBELLER-FILHO, Gilberto. **O Mito do desenvolvimento sustentável. Meio ambiente e custos sociais no moderno sistema produtor de mercadorias**. Florianópolis: Edufsc (Editora da UFSC), 2001.

MOURAD, Anna Lúcia; GARCIA, Eloísa E. C.; VILHENA, André. **Avaliação do ciclo de vida: princípios e aplicações**. Campinas: CETEA/CEMPRE, 2002.

NORSK HYDRO A. S. **PVC and the environment 96**. Oslo, Norway, 1995. ISBN82-90861-32-X.

NASS, L. I.; HEIBERGER, C.A . **Encyclopedia of PVC** – Volume 1: Resin manufacture and properties. 2. ed. New York: Marcel Dekker, 1985.

NASS, L. I.; HEIBERGER, C.A . **Encyclopedia of PVC** – Volume 2: Compound design and additives. 2. ed. New York: Marcel Dekker, 1986.

NASS, L. I. **Encyclopedia of PVC** – Volume 3: Compound design and additives. 2. ed. New York: Marcel Dekker, 1986.

NUNES, Luciano Rodrigues. PVC pipe market in Brazil replacing lead stabilizers. In: **Global vinyl conference, 10 th**. Rio de Janeiro, 2002.

NUNES, Luciano Rodrigues, concepção e org.; RODOLFO Jr., Antônio, coord. NUNES, Luciano Rodrigues; RODOLFO Jr., Antônio, ORMANJI, Wagner; **Tecnologia do PVC**. Consultoria e revisão técnica: Elias Hage Jr., Eliezer Gibertoni, José Augusto Marcondes Agnelli, Luiz Antônio Pessan. São Paulo: ProEditores/Braskem, 2002.

OLIVEIRA, Cristiano H. Sieber de. **Aspectos da Implantação do sistema de gestão ambiental (NBR ISO 14001) no setor metal-mecânico: o caso Embraco S.A** . 2000. 119 f. Dissertação (Mestrado do Programa de Pós Graduação em Engenharia de Sanitária e Ambiental). UFSC, Florianópolis, 2000.

PLASTICS ADDITIVES & COUMPOUNDING. **Health and environmental impact of phthalates**. Oxford: Elsevier, volume 4, issue 6, June, 2002, p.28-29.

PREUSKER, Werner. **Germany and Europe re-evaluate PVC**. In: Eurofabric '95, Cologne, 1995.

QUELLA, Ferdinand; SCHMIDT, Wulf-Peter. Integrating Environmental Aspects into Product design and development. The new ISO TR 14062. **Int. JLCA 8 (2) 113-114 (2003).**

REUSSER, Laurent. **Life cycle assessment of pipeline systems.** St. Gallen: Eidgenössische Materialprüfungs und Forschungsanstalt - EMPA, 1998.

SACHS, Ignacy, **Estratégias de transição para o século XXI: desenvolvimento e meio ambiente.** São Paulo: Studio Nobel, Fundap, 1993.

SCHLEGEL, Walter. **PVC in sustainable development.** In: Arbeitsgemeinschaft PVC und Umwelt. Bonn: SRI International, 1994.

SCHMIDHEINY, Stephan. **Mudando o rumo: uma perspectiva empresarial global sobre meio ambiente e desenvolvimento.** Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1992.

SILVA, Maria Cristina Andrade da. **Elaboração de teses e dissertações.** Florianópolis: Programa de Pós - Graduação em Engenharia Ambiental, 2003.

TITOW, W.V. **PVC Technology.** New York: Elsevier Applied Science Publishers, fourth edition, 1984.

THE EUROPEAN PLASTICS PIPE AND FITTING ASSOCIATION - TEPFPA. **TEPFPA and environment – Plastic pipes in life cycle assessment studies.** Bruxelas, Oct., 2001.

THORNTON, Joe. **Pandora's Poison: Chlorine, health, and a new environmental strategy.** MIT Press, second print, 2000, ISBN 0-262-20124-0.

VINIL 2010. O Compromisso voluntário da indústria do PVC. Bruxelas: Conselho Europeu dos Produtores Vinílicos – ECVM, Conselho Europeu para plastificantes e intermediários – ECPI, Associação dos produtores europeus de estabilizantes – ESPA e Transformadores Europeus de Plásticos – EuPC, out., 2001.

VINYL 2010. The European PVC industry. Contributing to sustainable development. Brussels: The European council of vinyl manufactures – ECVM, The European council for plasticisers and intermediates – ECPI, The European stabilisers producers associations – ESPA and European plastics converts – EuPC, Aug., 2002. Disponível em: <<http://www.vinyl2010.org>> . Acesso em: 29 dez. 2003.

VINYL 2010. Voluntary commitments from the PVC industry. Sustainable development. Brussels: The European council of vinyl manufactures – ECVM, The European council for plasticisers and intermediates – ECPI, The European stabilisers producers associations – ESPA and European plastics converts – EuPC, [2001]. Disponível em: <<http://www.vinyl2010.org>>. Acesso em: 29 dez. 2003.

VINYL 2010. Voluntary commitment of the PVC industry: Progress report 2001. Brussels: The European council of vinyl manufactures – ECVM, The European council for plasticisers and intermediates – ECPI, The European stabilisers producers associations –

ESPA and European plastics converts – EuPC, Mar., 2001. Disponível em: <<http://www.vinyl2010.org>>. Acesso em: 29 dez. 2003.

VINIL 2010. O Compromisso voluntário da indústria do PVC: Relatório de Progresso 2002. Bruxelas: Conselho Europeu dos produtores vinílicos – ECVI, Conselho Europeu para plastificantes e intermediários – ECPI, Associação dos produtores Europeus de estabilizantes – ESPA e Transformadores Europeus de plásticos – EuPC, abr., 2002. Disponível em: <<http://www.vinyl2010.org>>. Acesso em: 29 dez. 2003.

VINIL 2010. Desenvolvimento sustentado: Relatório de progresso 2003. Bruxelas: Conselho Europeu dos produtores vinílicos – ECVI, Conselho Europeu para plastificantes e intermediários – ECPI, Associação dos produtores Europeus de estabilizantes – ESPA e Transformadores Europeus de plásticos – EuPC, maio, 2003. Disponível em: <<http://www.vinyl2010.org>>. Acesso em: 29 dez. 2003.

WIDMER, Walter Martin. **O Sistema de gestão ambiental (NBR ISO 14001) e sua integração com o sistema da qualidade (NBR ISO 9002).** 1997. 95 f. Dissertação (Mestrado do Programa de Pós Graduação em Engenharia de Sanitária e Ambiental). UFSC, Florianópolis, 1997.

WIEBECK, Hélio; PIVA, Ana Magda. **Reciclagem mecânica do PVC:** uma oportunidade de negócios. São Paulo: Instituto do PVC, 1999.

WITCO VINYL ADDITIVES GMBH. **Organic based stabilizer systems for PVC pipes.** A new stabilizer generation for PVC pipes. Lampertheim, [2001].

OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO

- fornecedores de matérias primas, através de recebimento de visitas de especialistas locais ou internacionais; visitas e auditorias em instalações de fornecedores de matéria-prima que disponibilizaram catálogos técnicos e estudos confidenciais;
- participação em reuniões estratégicas do SIGA. O Sistema Integrado de Gestão Amanco é baseado no Balance Score Card – BSC, onde são discutidas e acompanhadas as estratégias da empresa por meio de reuniões específicas e monitoramento de indicadores através de painel eletrônico;

- participação no Comitê de Materiais Amanco Plásticos – CMAP, comitê corporativo que reúne especialistas do Grupo Amanco conforme regulamento definido para discutir materiais, meio ambiente, saúde e segurança ;
- instituições de classe, através de participação de reuniões de definição da substituição do chumbo no Instituto do PVC; participação em eventos técnicos no Instituto do PVC; contato com especialistas do Instituto do PVC e de instituições na Europa; recebimento de informativos do Instituto do PVC e de Instituições Européias;
- participação em visitas corporativas para acompanhamento das ações voltadas ao meio ambiente com o Coordenador Corporativo de Eco-eficiência, Diretor de Operações técnicas e Vice Presidente de Responsabilidade Social e Ambiental;
- participação em reuniões do Conselho Consultivo Amanco para o Desenvolvimento Sustentável, nível Amanco Brasil;
- participação em eventos, como a Feira K 2001 (Feira internacional de plásticos), em Düsseldorf na Alemanha; o Global Vinyl Conference 2002 (Conferência internacional sobre PVC), no Rio de Janeiro; o Comitê Técnico Amanco 2002 e 2003;
- participação em auditorias, como a de Certificação ISO 14001, como representante da alta administração e do do Relatório de Sustentabilidade do Grupo Amanco, realizada pela KPMG.

ANEXOS



TERMO DE ADESÃO

COMPROMISSO DE SUBSTITUIÇÃO VOLUNTÁRIA DOS ESTABILIZANTES DE CHUMBO (Pb) POR CÁLCIO/ZINCO (Ca/Zn)

OBJETIVO

Os produtores brasileiros de Tubos & Conexões de PVC, signatários do presente **Termo de Adesão para a Substituição Voluntária dos Estabilizantes de Chumbo (Pb) por Cálcio/Zinco (Ca/Zn)**, comprometem-se a buscar continuamente a melhoria de seus produtos, tanto do ponto de vista tecnológico quanto ambiental.

A implementação de 100% da substituição mencionada no parágrafo anterior deverá ocorrer até 31 de dezembro de 2004, sendo necessário promover uma avaliação dessa iniciativa em 31 de dezembro de 2003.

COMPROMISSO

A adesão a este compromisso significa um grande passo na direção do **Desenvolvimento Sustentável**, estando também envolvidos nesse processo os produtores de resinas e estabilizantes.

COORDENAÇÃO

O andamento do processo de **substituição voluntária** será monitorado pelo INSTITUTO DO PVC que, de forma regular, manterá os signatários deste **Termo de Adesão** devidamente informados.

São Paulo, 25 de abril de 2002

(nome da empresa)

INSTITUTO DO PVC

Figura 14 – Termo de Adesão